ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOÛT 1952.

PRÉSIDENCE DE M. ERNEST ESCLANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Linus Pauling**, Correspondant de l'Académie, Professeur à l'Institut de Technologie de Californie, qui assiste à la séance.

ÉCONOMIE RURALE. — *A propos de la fièvre aphteuse.* Note de M. **Gaston Ramon.**

Au début de cette année, nous avons présenté successivement devant l'Académie trois Notes dans lesquelles, après avoir émis des considérations épidémiologiques, virologiques et immunologiques sur la fièvre aphteuse (1) et après avoir envisagé la question des variétés de virus en cause dans l'épizootie en cours (2), nous aboutissions à des données pratiques concernant la lutte contre le fléau (3) qui venait de s'abattre sur l'Europe sans épargner notre pays.

D'ailleurs, depuis longtemps déjà, la fièvre aphteuse était l'objet de nos préoccupations. Après avoir résolu le problème de la prévention des toxi-infections, notamment de la diphtérie et du tétanos par les vaccinations au moyen des anatoxines spécifiques, nous devions nous intéresser à celui de la prophylaxie des maladies à ultra-virus et tout spécialement de la fièvre aphteuse. Nous tentions avec l'appui des conseils si éclairés et si autorisés de M. Leclainche, d'y intéresser les Pouvoirs publics. Nous écrivions par exemple en 1941 : « La fièvre aphteuse dont la dernière vague épizootique (de 1937-1938) a coûté 5 milliards à l'agriculture française risque, si elle s'étend à nouveau sur notre territoire, de réduire encore notre élevage déjà si appauvri.... Les Pouvoirs publics doivent se pencher sur les problèmes que posent avec plus d'acuité que jamais, en raison des

---

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 777.
(2) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1010.
(3) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1106.

circonstances, les maladies épidémiques et épizootiques » ([4]). Durant l'année 1941, nous avions commencé avec des moyens de fortune à nous livrer à des études immunologiques sur la fièvre aphteuse dont nous avons fait connaître ici même les premiers résultats ([5]). Mais en raison du manque de moyens appropriés, du fait aussi des circonstances et de certains évènements survenus dans notre vie scientifique, nous dûmes abandonner nos recherches expérimentales en ce domaine.

Cependant, nous n'avons pas perdu de vue cette importante question de la lutte contre la fièvre aphteuse. Au cours de ces dernières années, nous avons prodigué nos avis à ce sujet dans diverses publications. Ayant en quelque sorte le pressentiment du déferlement proche d'une de ces épizooties qui périodiquement dévastent le cheptel, nous avons multiplié nos avertissements. Nous en appelions à la vigilance des autorités sanitaires vétérinaires : au printemps de l'année 1951, nous nous exprimions à ce sujet, en ces termes : « Bien que la situation ne soit pas jusqu'ici des plus alarmantes, elle exige néanmoins une grande attention. On doit considérer avec un soin particulier, disions-nous, d'une part les effets d'une vague épizootique qui s'est répandue en moins de trois mois, en Allemagne occidentale dans 112 arrondissements, frappant 612 exploitations (alors que six mois auparavant, il n'existait qu'un seul foyer) et qui en Belgique, en deux mois à peine, a créé 150 foyers, et d'autre part l'état endémique qui, malgré les moyens employés depuis des années (la vaccination principalement), persiste en France par exemple, et constitue un grave danger économiquement parlant... C'est pourquoi, il importe que soit étudiée, et sous tous ses aspects, l'importante et préoccupante question de la fièvre aphteuse et de sa recrudescence actuelle » ([6]). Quelques semaines plus tard commençait la grande épizootie aphteuse qui pendant de longs mois allait exercer ses ravages sur le bétail européen. Elle prenait, en effet, son départ en Allemagne au mois de juin 1951 et ainsi que nous l'avons montré dans notre première Note du début de la présente année, se répandait bientôt en Belgique, en Hollande, au Danemark pour atteindre la Suède, la Norvège, la France, l'Angleterre, etc.

Quelle est donc en ce qui concerne cette épizootie la situation actuelle, en Europe notamment ?

En *France*, la fièvre aphteuse existait depuis plusieurs années sous la forme sporadique ou enzootique, gagnant peu à peu, au cours de l'année 1951, un nombre plus grand de

---

([4]) G. Ramon, *Bull. Acad. Méd.*, 124, 1941, p. 495; *Bull. Acad. Vétér.*, 15, 1942, n° 1, p. 1

([5]) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 479.

([6]) G. Ramon, *Bull. Off. intern. des Épizooties*, 36, 1951, p. 14. *Voir* également : *Bull. Off. intern. des Épizooties*, 35, 1951, Mars-Avril, p. 109.

départements, ce nombre passant de 31 à la fin de mai avec 204 exploitations infectées à 63, fin décembre, et 3900 exploitations atteintes. Rapidement, au cours des premiers mois de 1952, la fièvre aphteuse va revêtir la forme épizootique : 82 départements envahis et 9150 exploitations touchées au 15 février. A partir de ce moment, la fièvre aphteuse poursuit d'une manière accélérée sa marche envahissante et au 15 juillet dernier, la totalité des départements, à une exception près, sont atteints plus ou moins, par la maladie : 13273 communes (le 1/3 des communes de France) avec 132914 exploitations sont déclarées en état d'infection aphteuse et au 31 juillet 195 000 exploitations et 14 000 communes. Dès maintenant, ce nombre dépasse notablement le chiffre le plus élevé, soit 121711 exploitations infectées, enregistré lors de l'épizootie de 1937-1938, épizootie qui a coûté, rappelons-le, cinq milliards de francs de l'époque, c'est-à-dire environ 150 milliards de notre monnaie actuelle. C'est dire la gravité de l'épizootie qui sévit actuellement en France, gravité que nous avions prévue et que nous dénoncions déjà dans nos Notes présentées devant votre Compagnie en février et mars dernier. Elle coûtera certainement bien plus que l'épizootie de 1937-1938.

En *Allemagne*, l'épizootie qui s'est déclenchée au mois de juin 1951, se faisant sentir surtout à partir du mois d'août suivant (4 000 exploitations infectées), a atteint son point culminant à la fin d'octobre avec 50 000 exploitations infectées; elle a beaucoup diminué d'intensité depuis lors, puisque, au mois de juin 1952, on ne comptait que 1 500 exploitations encore atteintes; aux dernières nouvelles, il paraît exister en Allemagne un accroissement sensible des foyers (2 500) qu'il importe de surveiller de près.

En *Belgique*, l'épizootie a été particulièrement violente, puisqu'on notait 13 000 foyers au 30 novembre 1951; elle est maintenant en très forte régression : il y a deux semaines on signalait seulement 154 foyers.

La *Hollande*, sévèrement touchée, elle aussi, par l'épizootie à la fin de l'année 1951, n'avait plus dans la semaine du 13 au 20 juillet 1952 que quelques foyers nouvellement éclos.

De même, au *Danemark*, où l'épizootie atteignit son apogée dans la semaine du 5 au 11 décembre 1951, avec 3 000 foyers déclarés, il n'a été notifié durant le mois dernier que 14 foyers.

En *Grande-Bretagne*, la fièvre aphteuse a fait son apparition en novembre 1951, apportée du Continent. Grâce à la politique sanitaire toujours suivie en pareille matière, les foyers deviennent de moins en moins nombreux au cours des dernières quinzaines : 100 du 16 au 31 mai, 63 du 1er au 15 juin, 43 du 16 au 30 juin, 29 du 1er au 15 juillet.

La *Norvège*, n'a connu en tout et pour tout, en décembre 1951 et janvier 1952, que 4 foyers rapidement éteints par des mesures adéquates, parmi lesquelles l'abattage des animaux malades ou contaminés.

En *Suède*, l'épizootie s'annonçait comme devant être très sévère en raison des sources de contamination provenant principalement du Danemark. En fait, l'épizootie qui a commencé à la fin de septembre était totalement et complètement maîtrisée à la mi-mars 1952.

La *Suisse* a droit à une mention toute particulière. Grâce aux initiatives et à la diligence de ses Services vétérinaires que dirige le professeur Flückiger (que l'Académie a élu récemment Membre correspondant), ce pays a pu être protégé contre l'envahissement par le fléau alors que tous les pays circumvoisins ont subi son invasion. Sans doute des foyers s'y déclarent-ils de temps à autre; comment en serait-il autrement lorsque la fièvre aphteuse sévit violemment aux portes mêmes de la Suisse, par exemple en ce moment dans le Jura français. La Suisse n'en a que plus de mérite à réduire chaque fois ces foyers et à échapper ainsi à l'épizootie qui fait rage autour d'elle.

Il faut ajouter que l'*Irlande*, que la *Finlande*, qui ont eu recours à des mesures adéquates de protection, sont jusqu'ici indemnes de fièvre aphteuse.

On sait qu'à la fin de février dernier, plusieurs foyers de fièvre aphteuse ont été découverts au *Canada*, au voisinage de la frontière des *État-Unis*. Ces foyers ont été rapidement éteints et depuis le 1er mai aucun nouveau foyer n'a été signalé. Les États-Unis ont de leur côté fait tout le nécessaire pour demeurer hors d'atteinte de la maladie; ils y ont réussi. Déjà ils y avaient échappé lorsque le Mexique, il y a quelques années, avait subi une grave épizootie.

Il convient de tirer dès maintenant pour le proche et le lointain avenir la leçon, sans doute payée très cher par certains pays, de cette épizootie.

Tout d'abord par quels moyens les pays tels que la Norvège, la Grande-Bretagne, la Suède, la Suisse, etc. auxquels il faut ajouter le Canada, ont-ils pu empêcher jusqu'ici chez eux, le développement de l'épizootie qui dans d'autres nations telles que l'Allemagne, la Belgique et surtout la France, a pris une si grande extension, entraînant chez nous une catastrophe économique ? C'est par la mise en œuvre stricte d'un *système* de lutte contre la fièvre aphteuse que les pays précités ont pu éviter l'envahissement de leur cheptel par la maladie qui y avait fait son apparition. Ce système, rappelons-le une fois encore ([7]) consiste, dans ses grandes lignes :

1° *A prendre des mesures sanitaires de précaution* : interdiction d'importation d'animaux, de produits d'origine animale ou de denrées fourragères en provenance de pays même lointains où sévit la fièvre aphteuse, institution d'une quarantaine, etc.

2° *A déclarer* sans retard aux autorités qualifiées les cas de fièvre aphteuse confirmés ou suspects.

3° *A abattre* sans délai, dès le diagnostic posé, les animaux (bovins, ovins, porcs) des exploitations infectées comprises dans le ou les foyers de fièvre aphteuse décelés. L'abattage permet d'éteindre le foyer, d'empêcher la multiplication du virus et d'éviter l'apparition des variantes.

4° *A désinfecter* et à plusieurs reprises les exploitations contaminées ou seulement menacées ([8]).

5° *A user de mesures restrictives* à l'égard du mouvement des personnes et de la circulation des animaux domestiques sensibles ou non à la fièvre aphteuse, du trafic des produits animaux dans les zones infectées ou présumées telles et de ces zones vers des zones non infectées.

6° *A contrôler* sévèrement le transport des animaux par chemin de fer, camion, etc.

7° *A interdire* les marchés, foires, expositions de bétail.

Il va sans dire que c'est le plus tôt possible, dès la constatation du

---

([7]) *Voir* notamment G. Ramon, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1106. *Bull. Off. Internat. des épizooties*, 37, 1952, p. 102.

([8]) G. Ramon, *Bull. Off. internat. des épizooties*, 37, 1952, *n*° 3-4, p. 122.

premier ou des tout premiers cas de fièvre aphteuse, que l'on doit appliquer un tel système.

Il peut sembler aux esprits non avertis que les mesures sanitaires que nous venons d'énumérer et en particulier l'abattage des animaux malades et contaminés sont très coûteuses. Tout compte fait, elles sont infiniment moins onéreuses pour les éleveurs et pour les États que les dommages occasionnés par l'épizootie sévissant dans toute sa vigueur. Que coûtera par exemple à la France l'épizootie présente ? certainement beaucoup plus de 100 milliards. Qu'eut coûté au Canada et aux États-Unis, une épizootie analogue à celle qui règne, depuis un an, en Europe ? Probablement des centaines et des centaines de millions de dollars alors qu'il a suffi de quelques millions de dollars pour payer les frais des mesures prises et notamment les frais de « stamping out » des trois ou quatre milliers d'animaux existant dans les foyers canadiens.

Le système de lutte contre la fièvre aphteuse qui repose sur l'application stricte des règlements sanitaires peut être complété dans certaines circonstances par la *vaccination*. Cependant, dans *l'état actuel de nos connaissances*, la vaccination aphteuse ne peut servir que d'appoint. Telle qu'elle est effectuée et en mettant les choses au mieux, elle ne procure qu'une immunité relativement faible, peu durable, qui peut être mise en défaut à chaque instant par l'apparition d'une variété nouvelle de virus, par exemple. On doit l'avouer, depuis 1945 et pendant plusieurs années, la vaccination aphteuse pratiquée, soit avec du vaccin de provenance étrangère soit avec du vaccin d'origine française, n'a pu mettre un terme à l'endémie aphteuse pourtant bénigne qui jusqu'à l'automne dernier existait en France et, *a fortiori*, elle n'a pu s'opposer à la forte vague épizootique qui à partir du printemps de cette année a totalement submergé la totalité du territoire français. De plus comme l'a reconnu le Chef des Services Vétérinaires de notre pays : la propagation de l'épizootie a été trop souvent favorisée par la confiance inconsidérée accordée à la vaccination au détriment de la prophylaxie sanitaire [9].

Est-ce à dire que la vaccination aphteuse ne peut être améliorée dans sa technique comme dans ses résultats et ne peut rendre ainsi de grands services ? Loin de nous une telle pensée. Déjà nous avons fait certaines suggestions à cet égard [10] en nous appuyant sur les données acquises en d'autres domaines par exemple dans celui de la vaccination contre la diphtérie, maladie très contagieuse et épidémique, qui sous l'influence de cette vaccination, tend à disparaître : la mortalité diphtérique jadis très

---

(9) *Bull. Off. internat. des épizooties*, nº 7-8, 1952 (sous presse).

(10) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1106.

élevée (malgré la sérothérapie) est pratiquement réduite à néant dans des villes comme New-York, Chicago, Toronto, Paris, Copenhague, etc.

Toutefois l'amélioration de la vaccination, le perfectionnement des méthodes permettant de combattre avec efficacité un fléau tel que la fièvre aphteuse supposent l'organisation de la Recherche vétérinaire et tout spécialement de celle consacrée aux maladies infectieuses et épidémiques des animaux. A différentes reprises nous avons, M. Leclainche et moi-même, réclamé mais en vain, une organisation de la Recherche vétérinaire, véritablement digne de ce nom. Elle existe dans de nombreux pays. La France sera-t-elle la dernière à la posséder et à s'en servir au mieux de ses intérêts [11] ?

Ainsi, la fièvre aphteuse soulève donc, avec une urgence et une exigence plus grandes que jamais, des problèmes de la plus haute importance pour notre pays, pour son économie rurale et pour son économie en général. L'Académie des Sciences se doit d'y porter intérêt.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Biblioteca scientifica Cartiere Burgo. Vol. III. *Il genere populus e la sua importanza nella selvicoltura*, par G. Houtzagers. Traduction en langue italienne par L. Fenaroli.

2° *Il Pioppo. Norme pratiche di coltivazione*, par G. Piccarolo.

3° *Revue du Ver à soie* (*Bombyx mori* L.). Organe scientifique, technique et économique de la Commission permanente des Congrès séricicoles internationaux. Volume I, Tomes 1, 2; Volume II, Tomes 1, 3; Volume III, Tomes 1, 4, supplément; Volume IV, Tome 1.

HYDRAULIQUE. — *Méthode analytique de calcul des chambres d'équilibre déversantes.* Note (*) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Formules donnant, avec une approximation convenable dans le sens de la sécurité, les caractéristiques essentielles du fonctionnement d'une cheminée d'équilibre déversante.

---

[11] Indiquons que tout récemment les États-Unis conscients du danger que leur fait courir la fièvre aphteuse sévissant parfois à leurs frontières mêmes (Mexique, Canada) viennent de décider la création dans une île, l'île de Plum, à l'extrême Est de Long Island, d'un Institut ayant pour objet l'étude de cette maladie et des moyens à employer pour se prémunir contre elle; un premier crédit de dix millions de dollars a été affecté à cette fondation, soit près de quatre milliards de francs.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

Le calcul analytique des chambres d'équilibre déversantes ne peut être effectué de façon rigoureuse, les équations n'étant pas intégrables.

On est donc conduit à résoudre le problème au moyen de méthodes de calcul aux différences finies ou de constructions graphiques, dont la mise en œuvre nécessite une durée assez longue.

Nous indiquons, dans cette Note, une méthode analytique basée sur une hypothèse simplificatrice, qui conduit à une solution correspondant à une faible erreur relative, dans le sens de la sécurité.

Considérons, par exemple, le cas d'un arrêt instantané du débit Q_0 absorbé par les turbines dans le régime permanent initial.

1. Soit A la cote du seuil déversant au-dessus du niveau statique et $a = A/Z_*$, sa valeur relative.

La vitesse v caractérisant la montée du plan d'eau prend, au moment où celui-ci atteint le seuil déversant, une valeur v_1 donnée par la théorie classique

$$v_1^2 = \frac{1}{2(p_0+r_0)^2}\left\{1 - 2(p_0+r_0)a - [1 - 2(p_0+r_0)r_0]\, e^{-2(p_0+r_0)(p_0+a)}\right\},$$

avec les notations habituelles, et en considérant, pour plus de généralité, le cas où la cheminée est munie d'un étranglement inférieur.

Le débit qui arrive, à cet instant, dans la chambre d'équilibre, est

$$Q_1 = f W_1 = f w_1 W_0 = w_1 Q_0 = v_1 Q_0.$$

2. Z devient supérieur à A et le déversement commence. Notre méthode de calcul consiste à admettre que, pendant toute la durée du déversement, la contre pression Z reste égale à sa valeur moyenne $A + 0,5 h_1$ (en appelant h_1 la charge nécessaire au déversement du débit Q_1) et à négliger l'accumulation positive ou négative dans la chambre d'équilibre.

On part des équations

$$\frac{L}{g}\frac{dW}{dt} + (A + 0,5 h_1) + P + R = 0,$$

$$P + R = \lambda W^2 \qquad \left(\text{avec } \lambda = \frac{P_0 + R_0}{W_0^2}\right).$$

On en déduit, en prenant comme nouvelle origine du temps le début du déversement

$$(1) \qquad t = \frac{L}{g\sqrt{(A+0,5h_1)\lambda}}\left[\operatorname{arc\,tg} W_1\sqrt{\frac{\lambda}{(A+0,5h_1)}} - \operatorname{arc\,tg} W\sqrt{\frac{\lambda}{(A+0,5h_1)}}\right],$$

$$(2) \qquad W = \sqrt{\frac{(A+0,5h_1)}{\lambda}}\;\frac{W_1\sqrt{\dfrac{\lambda}{(A+0,5h_1)}} - \operatorname{tg}\left(\dfrac{g\sqrt{(A+0,5h_1)\lambda}}{L}\,t\right)}{1 + W_1\sqrt{\dfrac{\lambda}{(A+0,5h_1)}}\,\operatorname{tg}\left(\dfrac{g\sqrt{(A+0,5h_1)\lambda}}{L}\,t\right)},$$

et, par suite, le débit déversant

$$Q_d = fW. \tag{3}$$

Le déversement s'arrête à l'instant

$$t_2 = \frac{L}{g\sqrt{(A+0,5h_1)\lambda}} \operatorname{arc\,tg} W_1 \sqrt{\frac{\lambda}{(A+0,5h_1)}}. \tag{4}$$

Le volume total Ω de l'eau déversée est donné par l'expression

$$\Omega = \int_0^{t_2} Q_d\,dt. \tag{5}$$

L'intégration, effectuée en tenant compte des relations (3), (2), (4), donne l'expression finale de Ω :

$$\Omega = \frac{W_0^2}{2g}\frac{fL}{P_0+R_0}\operatorname{Log}\left[1+\frac{P_0+R_0}{(A+0,5h_1)}\frac{W_1^2}{W_0^2}\right]. \tag{6}$$

3. Nous avons appliqué cette méthode au calcul des cheminées d'équilibre à étranglement de VRLA IV et de JAJCE II en Yougoslavie, avec les données suivantes :

	Q_0 (m^3/s).	F (m^2).	L (m).	F (m^2).	A (m).	P_0 (m).	R_0 (m).
VRLA IV.......	16	5,92	3700	12,5	2	6,40	15
JAJCE II......	76,5	23,76	2804	190	2,70	4,50	16,35

et nous avons comparé les résultats à ceux que donne la méthode graphique. Nous avons obtenu ainsi les valeurs suivantes du débit déversant maximum, en mètres cubes par seconde, du volume déversé Ω en mètres cubes et de la durée totale du déversement t_2, en secondes :

		Méthode analytique.	Méthode graphique.	Erreur (%).
VRLA IV.	$Q_{d\,max}$...........	14,10	13,68	3
	t_2..............	174	179	−2,84
	Ω..............	796	796	0
JAJCE II.	$Q_{d\,max}$...........	51,6	47	9,3
	t_2..............	120	125	−4,08
	Ω..............	2360	2360	0

Conclusion. — Les formules proposées permettent de calculer directement tous les éléments intéressant le fonctionnement d'une chambre déversante, avec des erreurs très faibles, pratiquement négligeables.

HYDRAULIQUE. — *Méthode graphique pour le calcul des ondes de translation dans les canaux découverts.* Note (*) de M. **Jean Nougaro**, transmise par M. Charles Camichel.

Exposé d'une méthode graphique utilisée pour prévoir la surélévation du plan d'eau consécutive au passage d'une intumescence : cette méthode substitue des caractéristiques courbes aux caractéristiques rectilignes classiques de Bergeron.

La méthode graphique mise au point par Bergeron pour l'étude des coups de bélier dans les conduites forcées, a été appliquée par lui, à l'étude des régimes rapidement variables dans les canaux. Ces régimes se caractérisent par la formation d'une onde de translation qui se propage dans le canal avec une célérité a. Si la hauteur h de l'onde est faible vis-à-vis de la profondeur initiale H_0, et la vitesse moyenne U_0 du courant liquide négligeable devant a, la célérité peut être déterminée par l'expression

$$a = \sqrt{g H_0}.$$

Des expériences récentes, que nous avons réalisées dans plusieurs canaux des laboratoires d'Hydraulique de Toulouse et dans quatre canaux d'usine hydroélectriques, ont montré que l'on pouvait adopter, pour la valeur de a, l'expression

$$a = \sqrt{g H},$$

en appelant H la profondeur totale de l'eau immédiatement après le passage de la perturbation.

Lorsque l'onde se greffe sur un courant liquide, la célérité absolue devient

$$c = a \pm U,$$

suivant que l'onde suit ou non le même sens que le courant : U est la vitesse moyenne en supposant que le débit maximum Q_0 intéresse la section mouillée S correspondant à la profondeur H.

Le coefficient angulaire $\operatorname{tg}\gamma = \pm a/g\mathrm{S}$ des droites caractéristiques Φ et φ de la méthode de Bergeron n'est donc pas une constante, mais varie, au contraire, avec la profondeur H.

Il est donc possible, dans un plan de coordonnées (h, q) de remplacer ces droites caractéristiques par des courbes caractéristiques définies en chaque point par la pente de leur tangente :

$$\frac{d\mathrm{H}}{dq} = \pm \frac{a \pm \mathrm{U}}{g\mathrm{S}}.$$

(*) Séance du 21 juillet 1952.

Si l'on considère le cas de propagation sur un plan d'eau immobile ($U = 0$), l'équation des courbes caractéristiques Φ_c et φ_c s'écrit

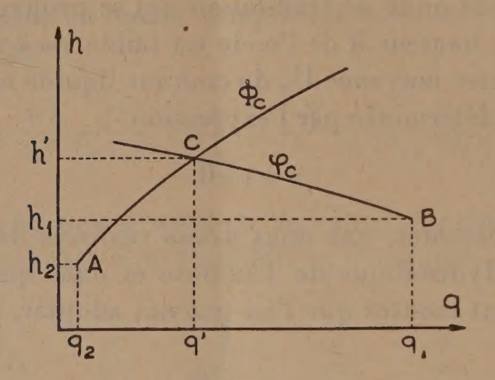
$$q + q' = \pm \frac{2}{3} l H \sqrt{gH},$$

l étant la largeur du canal.

Dans le cas le plus général où l'eau est animée d'une certaine vitesse $U = Q_0/lH$, ces équations deviennent

$$q + q' = \frac{2}{3} l H \sqrt{gH} + \frac{2}{3} Q_0 \operatorname{Log}\left[H\sqrt{H} - \frac{Q_0}{l\sqrt{g}} \right],$$

$$q + q' = -\frac{2}{3} l H \sqrt{gH} + \frac{2}{3} Q_0 \operatorname{Log}\left[H\sqrt{H} + \frac{Q_0}{l\sqrt{g}} \right].$$



Le procédé d'utilisation sur une épure est identique à celui qui est utilisé pour les caractéristiques rectilignes (*figure*).

Les conditions de fonctionnement, en un point C, résultant de la rencontre de deux ondes élémentaires provenant l'une d'un point A d'amont, l'autre d'un point B d'aval, s'obtiennent par intersection des courbes Φ_c et φ_c issues de A et B. La constante d'intégration q' est implicitement déterminée, car la forme des équations autorise toute translation des courbes caractéristiques parallèlement à l'axe des débits. On peut remarquer que l'instant de rencontre de deux ondes provenant l'une d'aval, l'autre d'amont, de vitesses respectives $\sqrt{gH} - U$ et $\sqrt{gH} + U$, est le même que si ces vitesses étaient en valeurs absolues égales à $\sqrt{gH}$. La détermination du temps s'effectue donc suivant la méthode classique.

On peut tenir compte des pertes de charge en supposant que celles-ci sont concentrées en des diaphragmes disposés le long du canal.

De même, en ce qui concerne la pente du fond, on lui substitue plusieurs décrochements Δz, chacun d'eux introduisant une variation de hauteur d'eau ΔH :

$$\Delta H = \frac{gH}{gH - U^2} \Delta z.$$

On peut également traduire très facilement sur les épures les conditions particulières imposées par une bifurcation, une vanne qui obstrue une partie du canal, un bassin de grande largeur ou un changement de section.

AÉRODYNAMIQUE. — *Pertes de charge à travers une colonne de sphères.* Note (*) de Mlle **Anne-Marie Saulgeot**, transmise par M. Joseph Pérès.

Nous avons étudié la perte de charge ΔP éprouvée par un courant d'air de débit Q passant à travers un cylindre de section A rempli de billes identiques, dont les diamètres ont varié, dans nos expériences, entre 1,6 et 8,5 mm.

Un raisonnement géométrique classique montre que la présence des billes limite la section effective laissée au passage de l'air sensiblement au quart de la section A du cylindre.

Nous avons trouvé, entre la perte de charge ΔP dans le cylindre, la vitesse effective $V = 4Q/A$, la hauteur l de la colonne de billes et le diamètre D de celles-ci une relation que nous pouvons traduire par une expression de la forme

$$\Delta P = klV^{\alpha} D^{-\beta}.$$

Les valeurs trouvées pour α et β sont données par les tableaux ci-dessous :

V (cm/s)........	120	200	280	360	448
β...............	1,65	1,64	1,60	1,57	1,55

et

D (mm).........	1,6	2,4	4,4	6	8,5
α...............	1,40	1,50	1,55	1,75	1,80

Ces résultats se laissent aisément interpréter.

Admettons qu'en raison de la régularité du milieu, l'écoulement gazeux exerce sur chaque sphère la même force f.

Si la colonne comporte N sphères de maître couple S, la force totale sur les N sphères, Nf est égale à la force de pression $A\,\Delta P$ du courant gazeux.

Posons $f = (1/2)\rho SV^2 C_x$, C_x étant une fonction du nombre de Reynolds que nous admettons, par analogie avec ce qui se passe pour la sphère isolée dans un courant, constante aux grands nombres de Reynolds et équivalente à ν/VD aux faibles valeurs de ce nombre.

Nous pouvons écrire la *formule des surpressions*

$$A\,\Delta P = \frac{1}{2} N\rho SV^2 f\left(\frac{VD}{\nu}\right),$$

ce qui permet d'interpréter tous nos résultats expérimentaux.

1° *Loi des longueurs.* — C'est le nombre N de sphères, et non leur répar-

(*) Séance du 28 juillet 1952.

tition qui joue le rôle principal au point de vue de la perte de charge. Cela est bien confirmé par nos résultats expérimentaux.

2° *Loi des vitesses.* — La formule de la surpression montre que :

a. aux grands nombres de Reynolds, où $f(VD/\nu) = \text{const.}$, ΔP varie comme V^2;

b. aux petits nombres de Reynolds, où $f(VD/\nu) = \nu/VD$, ΔP varie comme V.

Or nous avons trouvé

$$\Delta P = KV^\alpha, \qquad \text{avec} \quad 1 < \alpha < 2.$$

De plus α croît régulièrement avec le diamètre des sphères, donc avec le nombre de Reynolds.

Nos résultats expérimentaux se placent donc bien dans le cadre de la théorie.

3° *Loi des diamètres.* — Le nombre N des sphères contenues dans un cylindre donné est inversement proportionnel à leur volume, donc varie comme D^{-3}. Leur section S varie comme D^2. La formule de la surpression

$$A\,\Delta p = \frac{1}{2} N \rho S V^2 f\left(\frac{VD}{\nu}\right)$$

nous montre que :

a. aux grands nombres de Reynolds où $f(VD/\nu) = \text{const.}$, ΔP varie comme $1/D$;

b. aux faibles nombres, où $f(VD/\nu) = \nu/VD$, ΔP varie comme $1/D^2$. (Nous retrouvons ici un résultat classique dans la théorie des milieux filtrants).

Dans le cas de nos expériences, $\Delta p = k D^{-\beta}$ avec $1 < \beta < 2$; β diminue à mesure que la vitesse, donc aussi le nombre de Reynolds, augmente. Ici encore, nos résultats sont bien encadrés par les cas limites de la théorie.

4° *Forme de la fonction* $f(VD/\nu)$. — Nous avons tracé, pour des billes de diamètres différents, la courbe $(2A\,\Delta P/\rho NSV^2) = f(VD/\nu)$ pour des valeurs du nombre de Reynolds allant de 140 à 3000.

Or, d'une part :

a. la courbe est sensiblement la même pour toutes les billes;

b. d'autre part, elle a la même allure que la courbe classique du coefficient de résistance C_x de la sphère en fonction du nombre de Reynolds.

5° La formule de la surpression peut être soumise au contrôle numérique; aux nombres de Reynolds de l'ordre de 2000 à 3000, le C_x d'une sphère isolée est à peu près égal à 0,5. Or pour une colonne de 80 billes de 8,5 mm de diamètre contenues dans un cylindre de section droite $A = 7\ \text{cm}^2$ on trouve :

pour $V = 530$ cm/s :

ΔP calculé : 5,6 mm; ΔP mesuré : 7,0 mm.

Aux nombres de Reynolds plus faibles, la valeur trouvée pour ΔP semble supérieure (d'un tiers environ) à la valeur calculée à partir du coefficient de

résistance d'une sphère isolée correspondant au même nombre de Reynolds. L'empilement des sphères, s'opposant à la constitution de sillages, donne la part prépondérante aux effets de viscosité dans les couches limites.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur les moments de roulis et de giration de quelques ailes d'avion munies de gouvernes à arêtes vives.* Note de MM. **Jean Chaffois, André Fauquet** et **André Martinot-Lagarde**, transmise par M. Joseph Pérès.

1. En application de la théorie des surfaces portantes de Prandtl et des analogies rhéoélectriques, J. Pérès et L. Malavard [1] ont construit des tables qui permettent de calculer la portance et la traînée induite des éléments d'envergure d'une aile, à condition de connaître pour le profil de chaque élément sa corde, le calage α de son axe de portance nulle, et le taux de variation de son coefficient de portance C_z en allongement infini, soit $m = (dC_z/di)_\infty$.

Ces tables ont été souvent utilisées, sur des ailes comportant des gouvernes de forme en général relativement continues, pour calculer leur résistance de structure en fonction de l'incidence i et des braquages des gouvernes.

2. Notre but a été d'étudier à l'aide des tables Pérès-Malavard quelques ailes comportant des *spoilers*, petites plaques parallèles à l'envergure et à peu près normales à la surface de l'aile : nous avons comparé avec les résultats expérimentaux, non seulement la portance et la traînée, mais les moments de roulis et de giration, pour savoir si la méthode Pérès-Malavard permet de prévoir l'efficacité des *spoilers* en tant que gouvernes.

3. L'étude a porté sur des ailes rectangulaires ayant le même profil de base, pour un certain nombre de répartitions-types de spoilers. Les essais ont été faits avec l'allongement 5, sans panneaux ni joues, au nombre de Reynolds

$$\mathcal{R} = \frac{ua}{\nu} \simeq 10^6.$$

Le profil de base utilisé [2] a été le profil américain N. A. C. A. 23012, avec une corde $a = 0,3$ m; les spoilers choisis étaient normaux à la corde de référence, à $0,2\,a$ du bord de fuite, avec une hauteur $h = 0,05\,a$.

4. Les essais préliminaires pour déterminer les données en allongement infini ont été exécutés sur une aile A ayant le profil de base pur, et sur une aile B portant de plus sur son dos un spoiler tout le long de l'envergure. Les essais de vérification ont été faits avec 4 ailes, C, D, E, F représentées schématiquement vues de l'arrière sur la figure.

Grâce aux valeurs de α et de m tirées de A et B, on a calculé pour C, D, E,

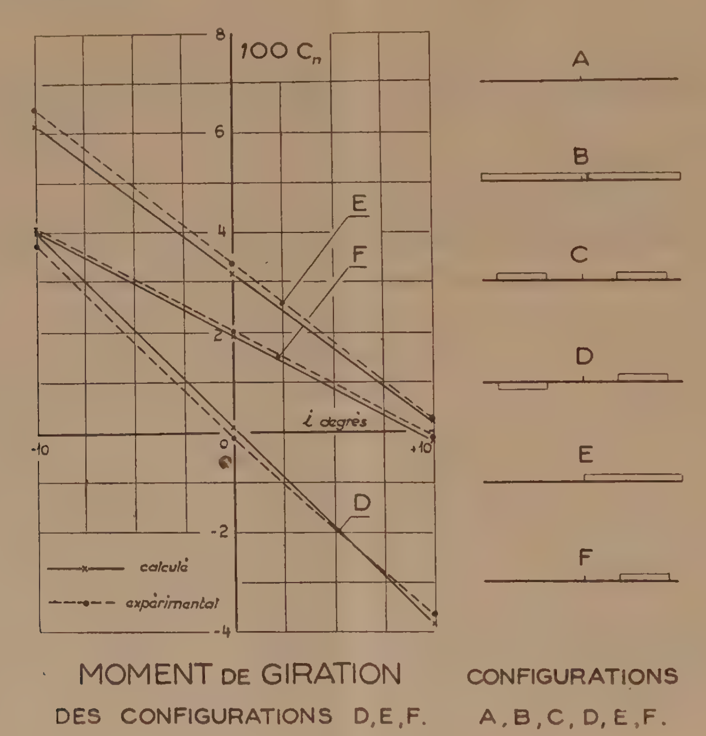
---

(1) *Rapport Technique G. R. A.*, nº 9, Clermont-Ferrand, 1943.

(2) *Rapport Technique N. A. C. A.*, nº 537, Washington, 1935.

F, selon la méthode d'approximations successives par différences de Pérès-Malavard, la portance, le moment de roulis, la traînée induite, et le moment de giration correspondant à la traînée induite.

5. Pour calculer la traînée et le moment de giration réels, nous avons essayé une hypothèse simple : nous avons ajouté au coefficient de traînée induite de chaque élément le coefficient de traînée de profil mesuré sur B ou sur A, selon que cet élément comportait ou non un spoiler; nous en avons déduit la traînée et le moment de giration des ailes C, D, E, F entières.



MOMENT DE GIRATION DES CONFIGURATIONS D, E, F. CONFIGURATIONS A, B, C, D, E, F.

6. Les écarts observés entre le calcul et l'expérience ont été les suivants : sur le coefficient de portance C_z, $\Delta C_z = -0{,}03$ à 0; sur le coefficient de traînée C_x,

$$\left|\frac{\Delta C_x}{C_x}\right| < 0{,}01 \quad \text{pour} \quad 0 < C_z < 0{,}5,$$

$$\left|\frac{\Delta C_x}{C_x}\right| < 0{,}04 \quad \text{pour} \quad -0{,}5 < C_z < 0{,}9;$$

le coefficient de moment de roulis, C_l, qui est indépendant de l'incidence d'après la théorie, a les valeurs :

Aile D....................	C_l calc.	0,251	C_l exp.	0,249
» E....................	»	0,189	»	0,195
» F....................	»	0,124	»	0,127

le coefficient de moment de giration C_n est donné par la figure.

Les écarts observés paraissent assez petits pour que la méthode de calcul employée puisse rendre service en aéronautique.

RELATIVITÉ. — *Le rôle des liaisons de solidité en relativité générale.* Note (*) de M. **Théophile de Donder**, transmise par M. Émile Henriot.

1. *Relativité restreinte.* — Par définition, *la solidité,* dans l'espace-temps de Minkowski, s'exprime par *l'invariance* [1] (au sens *restreint*) du $(ds)^2$ de cet espace-temps. Nous avons montré que ces liaisons de solidité exigent *les conditions nécessaires et suffisantes*

$$\boxed{\sum_a \sum_b g_{ab}\, h^a_r\, h^b_s - g_{rs} = 0} \qquad (a, b, r, s = 1 \ldots 4) \tag{1}$$

où les g_{ab} sont les *constantes* qui figurent dans le $(ds)^2$ de Minkowski. Les h^a_r et h^b_s dépendent d'un paramètre auxiliaire.

Nous avons *introduit* [2] les liaisons [1] dans les équations de la *Dynamique des Solides,* en utilisant *les multiplicateurs* λ^{rs} *de Lagrange.*

2. *Relativité générale.* — Par définition, *la solidité* dans l'espace-temps d'Einstein, s'exprime par *l'invariance* (au sens *large*) de (ds^2) de cet espace-temps. On obtient ainsi *la variance* des $g_{\alpha\beta}(x_1, \ldots, x_4)$ d'Einstein par rapport *à tout changement* des variables $(x^1, \ldots, x^4)$. Complétons ces définitions, grâce à *la relation fondamentale invariante* :

$$\mathfrak{M}\, d(x) = \mathfrak{M}'\, d(x'), \tag{2}$$

où $\mathfrak{M}$ est *un facteur tensoriel* dépendant des $g_{\alpha\beta}$ et de leurs dérivées partielles par rapport à $x_1, \ldots, x_4$ jusqu'à un certain ordre. Ces $g_{\alpha\beta}$ et leurs dérivées ont *une variance bien déterminée* qui a été déduite de la solidité dans l'espace-temps d'Einstein; il en résulte que $\mathfrak{M}'$ dépend des $g'_{\alpha\beta}$ et leurs dérivées (par rapport aux x') de *la même manière* que $\mathfrak{M}$ dépendant des $g_{\alpha\beta}$ et leurs dérivées (par rapport aux x). De la relation d'invariance (2), nous avons déduit [3] *les conditions nécessaires et suffisantes* pour que $\mathfrak{M}$ qui figure dans (2) soit un facteur tensoriel en les $g_{\alpha\beta}$ et leurs dérivées partielles. Représentons ces conditions nécessaires et suffisantes par

$$\boxed{\mathfrak{I}_i = 0.} \tag{3}$$

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) Th. de Donder, *Bulletin Classe des Sciences de l'Ac. Roy. Belgique.* Séance du 7 février 1942, voir page 64; formules (57) et (58). Les équations (57) fournissent *la généralisation de la transformation de H. A. Lorentz* (*Relativité restreinte*).

(2) Paul Melchior, *Bulletin Classe des Sciences. Ac. Roy. Belgique.* Séance du 16 octobre 1948, p. 785-786.

(3) Th. de Donder, *Bull. Classe des Sciences de l'Ac. Roy. Belgique.* Séance du

Introduisons ces liaisons *dans le principe variationnel de la Gravifique einsteinienne*

(4) $$\delta \int (\mathfrak{M} + \overline{\mathfrak{M}})\, d(x) = 0$$

en utilisant *les multiplicateurs λ^i de Lagrange;* d'où

(4') $$\delta \int \left(\mathfrak{M} + \overline{\mathfrak{M}} + \sum_{i=1}^{4} \lambda^i \mathcal{J}_i \right) = 0:$$

on *en déduit les équations fondamentales de la gravifique.*

ASTROPHYSIQUE. — *Mesure spectrophotométrique des rayons stellaires. Application à deux naines blanches.* Note (*) de MM. **Jacques Berger**, **Daniel Chalonge**, M[lles] **Lucienne Divan** et **Anne-Marie Fringant**, présentée par M. André Danjon.

Une méthode a été proposée (¹) pour déterminer en valeur absolue la brillance monochromatique (²) moyenne (ou, ce qui revient au même, la température de brillance monochromatique (²) moyenne du disque d'une étoile des premiers types spectraux. Cette méthode est fondée sur l'hypothèse suivante : le rayonnement que nous recevons du fond d'une raie d'absorption stellaire intense telle que les premières raies de Balmer, H_β, H_γ, H_δ..., provenant de la couche superficielle de l'étoile, diffère peu du rayonnement du corps noir à la température superficielle T_0 de l'étoile. La courbe S qui joint les fonds des raies de Balmer sur un enregistrement de spectre stellaire *représenterait donc sensiblement la courbe d'énergie du corps noir à la température* T_0, c'est-à-dire un repère fondamental pour la détermination *en valeur absolue* du rayonnement de l'étoile : il suffit pour pouvoir tirer parti de cette courbe, de déterminer T_0 (³) en faisant l'étude spectrophotométrique de S (en procédant,

---

1 mars 1947, *voir* p. 116 formule (28) et p. (117) formule (30). Pour plus de détails, *voir* formule (A.101) et (A.105) p. 194 et 195 de notre traité : *Théorie invariantive du calcul des variations*, Paris 1935).

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(¹) D. Chalonge et L. Divan, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 217 et 331.

(²) La brillance monochromatique est la grandeur que les astronomes désignent souvent par le terme « intensité de rayonnement ». La température de brillance d'une source pour la radiation λ est la température pour laquelle le corps noir à même brillance monochromatique que la source pour la radiation λ.

(³) On pourrait craindre que T_0 ne soit altéré lorsque l'étoile est animée d'une vitesse de rotation rapide. Il semble que cette crainte ne soit pas fondée car les deux étoiles η U Ma et η Aur (très voisines comme spectres mais différant par la vitesse de rotation) ont sensiblement le même T_0.

par exemple, comme il est indiqué, plus bas, à propos de β Aur). On peut alors déterminer, pour chaque radiation du spectre continu, le nombre d'ergs par seconde rayonné par 1 cm² de la surface stellaire.

Ce résultat obtenu, rien n'est plus simple que d'en déduire soit le diamètre apparent de l'étoile lorsqu'on connaît sa magnitude apparente (visuelle par exemple), soit son rayon si l'on a, en outre, mesuré sa parallaxe (4).

Il nous a été possible de refaire un meilleur contrôle de la méthode en l'appliquant à une étoile dont le rayon a été obtenu par un tout autre procédé, β Aurigæ. Nous avons mesuré la profondeur de ses raies de Balmer (5) sur des spectres fournis par un spectrographe à prisme objectif en quartz ayant une dispersion de 40 Å/mm vers H_γ, et obtenu ainsi les éléments permettant de déterminer le gradient de la courbe S par rapport au fond continu de l'étoile. Celui-ci est défini par ses températures de couleur dans les domaines récemment indiqués et dans la nouvelle échelle absolue (6) ($T_b = 18\,500°$, $T_r = 10\,600°$).

Nous avons trouvé $T_0 = 7\,100°$ et l'on en déduit aisément comme température de brillance moyenne pour la longueur d'onde 5 420 Å (longueur d'onde effective des magnitudes visuelles $T_b(5\,420) = 9\,200°$. Admettant les deux composantes identiques (magnitude visuelle $m_v = 2,82$, parallaxe $\varpi = 0'',039$) on trouve $\log R = 0,425$ soit $R = 2,66$ (en unités de rayon solaire) alors que la méthode photométrique conduit à $R = 2,6$. L'accord est donc excellent.

Une discussion très simple montre qu'une erreur de $\pm 300°$ sur T_0, qui correspond à une erreur très appréciable, de $\pm 0,10$ sur le gradient de S par rapport au fond continu n'entraîne qu'une erreur de 5 % sur le rayon.

Donc même si notre T_0 diffère assez sensiblement de la véritable température superficielle, la méthode peut conduire à une bonne valeur pour R.

Appliquée à un certain nombre d'autres étoiles brillantes, la méthode a conduit à des résultats satisfaisants.

Aussi l'avons-nous utilisée pour déterminer le rayon des deux naines blanches 40 Eri B et Wolf 1346. Leurs spectres ont été obtenus en août 1949 à l'Observatoire Mc Donald par R. Canavaggia et V. Kourganoff toujours avec le même petit spectrographe à châssis oscillant (7) : la largeur exceptionnelle des raies de Balmer nous a permis de mesurer leurs profondeurs sur ces petits spectres eux-mêmes.

A partir des données ci-dessous concernant les deux étoiles :

40 Eri B	$m_v = 9,6$	$\varpi = 0'',202$
Wolf 1346.................	$m_v = 11,3$	$\varpi = 0'',050$

(4) *Voir* dans les notes (1) les détails du calcul.

(5) A un moment où celles-ci ne sont pas dédoublées.

(6) D. Chalonge, P. Guérin et S. Taffara, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 234.

(7) D. Chalonge, *l'Astronomie*, 65, 1951, p. 91.

et par la comparaison de leurs spectres à celui d'une étoile auxiliaire un peu plus brillante, HD 73 ($m_v = 8,5$), qui fut elle-même comparée à nos étalons habituels, nous avons pu calculer la température de couleur T_r dans la région $\lambda > 4800$ (8), la discontinuité de Balmer D, la température superficielle T_0, la température de brillance T_b (5420) pour $\lambda = 5420$ Å et le rayon R.

*.	T_r.	D.	T_0.	T_b(5420).	log R.	R.
40 Eri B.......	14 300	0,27	10 750	13 000°	—1,86	0,014
Wolf 1346.....	13 400	0,23	15 150	20 000°	—1,79	0,016

La valeur obtenue pour le rayon de 40 Eri B est en excellent accord avec la valeur admise. Pour Wolf 1346, aucune évaluation du rayon n'existait encore. Toutefois, les résultats concernant cette seconde étoile ne portent que sur l'étude d'un spectre au lieu de 3 pour 40 Eri B et, si le noircissement de ce spectre est très bon, par contre le temps de pose utilisé, 2 h 15 m, était beaucoup plus grand que celui de l'étoile de comparaison, 4 m. Aussi serait-il bon de confirmer par l'étude de nouveaux spectres les résultats obtenus pour Wolf 1346 (notamment la valeur de T_r qui semble faible).

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'inexistence de l'onde de surface (Oberflächenwelle) de A. Sommerfeld.* Note (*) de M. **Paul Poincelot**, présentée par M. Louis de Broglie.

A. Sommerfeld (1), étudiant le rayonnement d'un dipôle vertical sur un sol plan de conductibilité finie, met la fonction de Hertz Π sous la forme

$$\Pi(r, z) = \int_0^\infty \frac{J_0(\lambda r)\,\lambda\, d\lambda\, e^{-z\sqrt{\lambda^2-k_1^2}}}{k_1^2\sqrt{\lambda^2-k_2^2}+k_2^2\sqrt{\lambda^2-k_1^2}}, \tag{1}$$

où r et z sont les coordonnées cylindriques, le doublet étant à l'origine, k_1 et k_2 les nombres d'ondes complexes relatifs, respectivement à l'air et au sol. M. Weyl (2), par une autre méthode, retrouve la même intégrale. M. Rice (3), utilisant un résultat de M. Van Der Pol (4), calcule l'intégrale (1).

De nombreux auteurs ont traité le cas de la propagation sur un sol sphérique.

---

(8) La température de couleur T_b dans le bleu violet n'est pas mesurable par suite de l'extension des ailes des raies de Balmer.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) *Ann. Physik*, 28, 1909, p. 665.

(2) *Ibid.*, 60, 1919, p. 481.

(3) *Bell Syst. Techn. J.*, 16, 1937, p. 101.

(4) *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie, Zeitsch. f. Hochfrequenz Tech.*, 37, 1931, p. 152.

Les résultats concordent, à l'exception d'un terme obtenu par Sommerfeld, et appelé par lui onde de surface (Oberflächenwelle) de la forme

$$(2) \qquad P = \pi C H_0^{(1)}(sr)\, e^{-\sqrt{s^2-k_1^2}\cdot z},$$

où C est une constante.

Je trouve la cause de l'erreur de Sommerfeld dans le calcul de l'intégrale (30), p. 698 de l'article cité en [1]

$$(3) \qquad Q_1 = \frac{k_1^2 + k_2^2}{2} \int_{\tau=-\infty}^{+\infty} \lambda\, d\lambda\, H_0^{(1)}(\lambda r) \frac{e^{-i\tau z}}{k_2^2\, i\tau + k_1^2 \sqrt{-\tau^2 + k_1^2 - k_2^2}},$$

obtenue en posant

$$(4) \qquad \sqrt{\lambda^2 - k_1^2} = - i\tau.$$

Sommerfeld (*fig.* 1) pose ensuite

$$t = \lambda - k_1.$$

et remplace le contour (2) de la figure 1 par l'axe imaginaire, en omettant de faire intervenir le résidu du pôle

$$(5) \qquad s' = s - k_1$$

qui se trouve évidemment à l'intérieur du contour, et dont le résidu est égal et de signe contraire à P [relation (2)], en raison du fait que les pôles s et s' sont entourés en sens inverse.

Rappelons que Sommerfeld désigne, sous le nom d'onde de surface (Oberflächenwelle), un terme qui, à grande distance, correspond à des champs de la forme

$$(6) \qquad E_z = \frac{k}{\sqrt{r}} e^{isr - \sqrt{s^2-k_1^2}\, z},$$

lesquels, selon lui, doivent suivre la surface du sol malgré sa courbure, comme une perturbation électrique se propage le long d'une ligne.

Cette Note conclut à l'inexistence de l'onde de surface, résultat en accord

avec celui de MM. Eckart et Kahan ([5]), obtenu par une autre méthode, ainsi qu'avec les mesures de M. Burrows ([6]).

La dernière Note citée en ([5]) précise la position du pôle s, compris dans l'angle aigu $\widehat{k_1 O k_2}$ et tel que $|s| < |k_1| < |k_2|$.

MAGNÉTISME. — *Sur le ferromagnétisme de certains alliages gadolinium-magnésium.* Note de Mme **Françoise Gaume-Mahn**, présentée par M. Gaston Dupouy.

Dans un travail précédent ([1]), j'ai étudié les propriétés des alliages gadolinium-magnésium riches en magnésium (0 à 68 % de Gd). Rappelons qu'entre 78 et 300°K ils sont paramagnétiques et suivent la loi de Curie-Weiss. Lorsque le titre en gadolinium est supérieur à 68 %, des propriétés ferromagnétiques apparaissent à basse température (effets de saturation, points de Curie).

Plusieurs alliages ayant des titres voisins de celui du composé probable GdMg (86,6 % de Gd) ont été préparés. Un recuit prolongé est nécessaire pour les homogénéiser et pour obtenir des propriétés rigoureusement reproductibles. Les échantillons ont donc tous été recuits 72 h à 400°C, en tubes scellés sous vide. Leur étude magnétique a donné les résultats suivants :

1° Pour différents titres (de 72 à 84 % de Gd) étudiés dans le domaine du ferromagnétisme, il a été trouvé un seul point de Curie réversible

$$\theta_f = 102 \pm 3^\circ \text{K},$$

déterminé dans un champ de 100 Oe environ (*voir* figure). Le point de Curie ferromagnétique est défini arbitrairement par le point de rencontre, avec l'axe des T, de la tangente au point d'inflexion de la courbe $\chi^2 = f(T)$.

2° A 78° K, χ dépend fortement du champ; pour l'alliage à 84 %, il est égal à $9{,}69.10^{-3}$ dans 6350 Oe, à $31{,}7.10^{-3}$ dans 1025 Oe, à 46.10^{-3} dans 500 Oe et à 67.10^{-3} environ dans 100 Oe.

3° A cette même température, dans un champ faible, le coefficient χ passe par un maximum pour une teneur en gadolinium correspondant au composé GdMg. Par exemple, pour trois alliages titrant respectivement 72 %, 84 % et 92 % de gadolinium, on trouve dans 250 Oe : $44{,}2.10^{-3}$, $55{,}0.10^{-3}$ et $48{,}6.10^{-3}$.

4° Au-dessus du point de Curie, on observe, comme dans tous les ferromagnétiques, une région perturbée, s'étendant de 102 à 150° K environ, avec

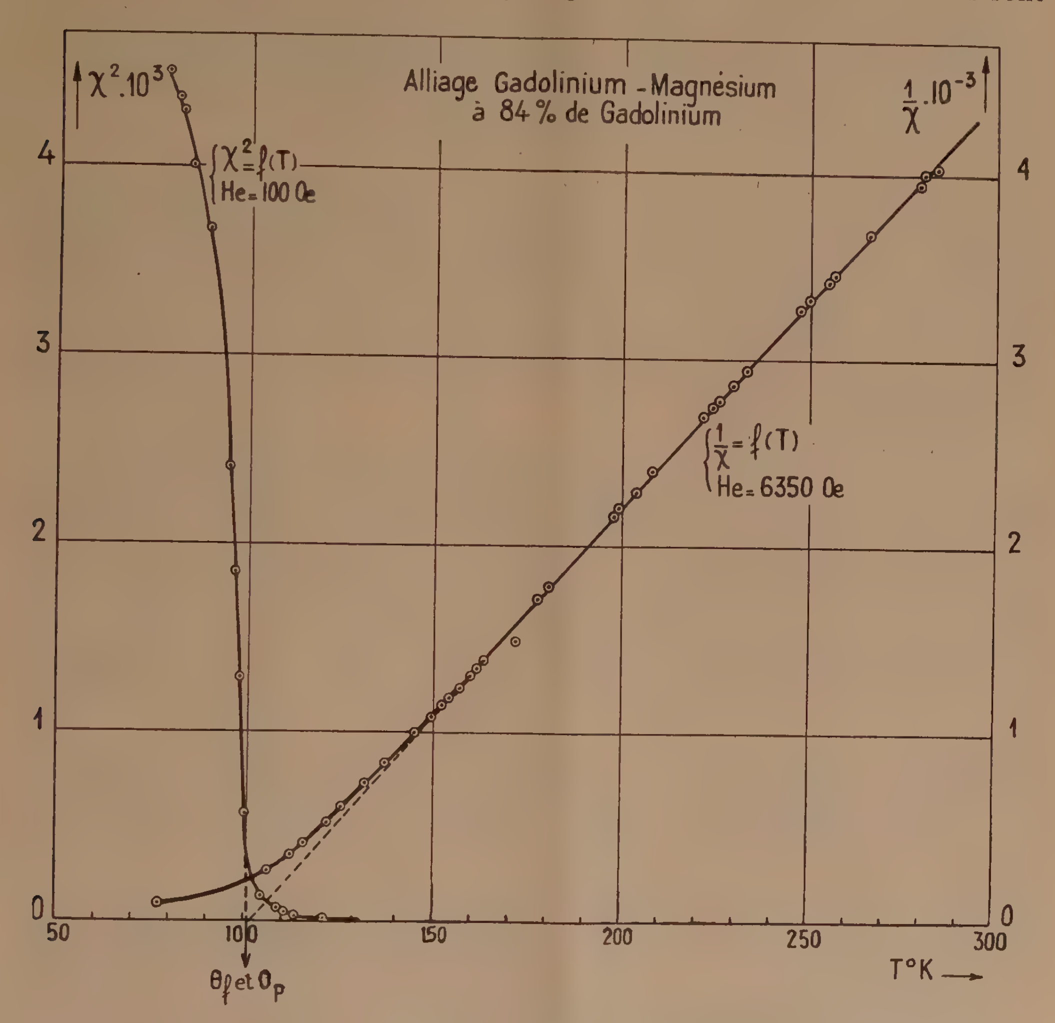
([5]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1513; 227, 1948, p. 969.

([6]) *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 25, 1937, p. 219.

([1]) Mme F. Gaume-Mahn, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1815.

([2]) F. Trombe, *Ann. de Physique*, 11e série, 7, 1937, p. 385.

sensibilité au champ. Au-dessus de cette température et jusqu'à 300° K, les alliages obéissent à la loi de Curie-Weiss. On obtient respectivement, pour des titres de 78 et 84 % de Gd, θ_p à 114 et 102° K, C_A (rapporté à un atome de Gd) égal à 5860 et 6970 et des moments conventionnels calculés par la formule de Langevin de 6,87 et 7,49 magnétons de Bohr. Ces moments sont



plus faibles que celui trouvé pour le métal Gd 7,946 μ_B et que celui calculé pour l'ion Gd^{+++} 7,942 μ_B.

Pour des alliages plus riches en gadolinium que le composé GdMg, on observe aussi un ferromagnétisme à basse température. Des expériences en cours permettront de préciser s'il s'agit d'une solution solide entre GdMg et Gd ou d'un nouveau composé.

Cette étude thermomagnétique apporte une preuve de l'existence du composé GdMg qui possède un point de Curie caractéristique à 102 ± 3° K. D'autres alliages ferromagnétiques à base de métaux des terres rares tels que

les ferro-cérium et les nickel-lanthane ont certes été déjà étudiés. Toutefois, les alliages gadolinium-magnésium riches en gadolinium sont les premiers signalés pour lesquels les propriétés ferromagnétiques mises en évidence soient dues au métal rare.

MAGNÉTISME. — *Courbe thermomagnétique caractéristique du tétroxyde de vanadium entre* 81 *et* 680° K. Note de MM. **Nicolas Perakis** et **Jules Wucher**, présentée par M. Gaston Dupouy.

I. Le tétroxyde de vanadium dont l'étude thermomagnétique est résumée dans cette Note a été préparé et analysé, spectroscopiquement et chimiquement, par Johnson et Matthey, à Londres. Il peut être considéré comme spectroscopiquement pur; son coefficient d'aimantation est *indépendant du champ dans tout l'intervalle de température* (— 192 à + 407° C), minutieusement exploré. Il contient 97 % de V_2O_4, le résidu de 3 % n'étant pas caractérisé dans le rapport d'analyse.

II. Une étude cryomagnétique du produit vierge de tout traitement thermique nous a permis d'identifier ce résidu avec du *trioxyde de vanadium* : le coefficient d'aimantation du produit présente vers — 104° C la discontinuité caractéristique de V_2O_3, mise en évidence par W. Klemm et E. Hoschek (1); la variation de susceptibilité observée correspond à 3 % environ de trioxyde, ce qui représente bien le déficit indiqué dans le rapport d'analyse de Johnson et Matthey (laboratory N° 5506). Le produit initial a donc pour formule $V_2O_{3,97}$.

Nous avons rapporté les coefficients d'aimantation mesurés à $V_2O_{4,00}$, en les corrigeant de la fraction $\Delta\chi_{V_2O_3}$, variable avec la température, correction tirée d'une étude détaillée de V_2O_3 par J. Wucher (2). Les χ_m figurant sur le graphique représentent les coefficients d'aimantation moléculaire corrigés du diamagnétisme du reste de la molécule : $\chi_{O_4} = -18,4.10^{-6}$.

III. La courbe (I) a été obtenue avec le produit vierge de tout traitement thermique par températures *croissantes*, à partir de 81°K : de 81 à 130°K le coefficient d'aimantation passe par un minimum situé vers 115°K; de 130 à 330°K sa variation ne peut être caractérisée nettement, sauf dans l'intervalle (200-290°K) où elle s'exprime par la relation $\chi_m(T + 200) = 0,140$; entre 335 et 355°K on retrouve la région de transition, mise en évidence par l'un de nous (3) et confirmée par W. Klemm et L. Grimm (4), où le coefficient d'aimantation augmente très fortement : de 272.10^{-6} à 332°K, il passe à 942.10^{-6} à

---

(1) *Z. Anorg. Chem.*, **226**, 1936, p. 359.

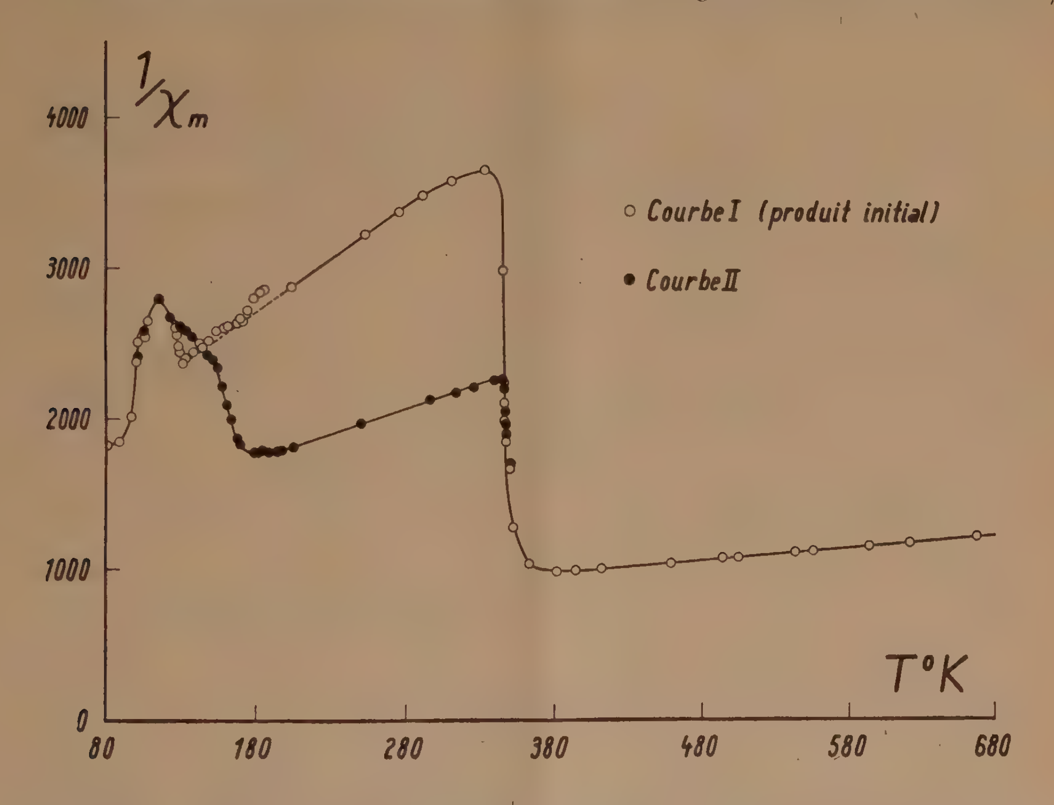
(2) Travail en cours de publication.

(3) N. Perakis, *J. Phys.*, 8, 1927, p. 473.

(4) *Naturw.*, **27**, 1939, p. 787.

362°K ; de 400 à 680°K il décroît suivant une loi de Weiss avec $\Theta = -720$ et un moment de 2,1 magnétons de Bohr. Ce moment est un peu plus fort que le moment théorique de spin (1,73) de l'ion V^{IV} ($S = 1/2$); des moments supérieurs à la valeur théorique ont déjà été trouvés pour ce type d'ion, pour l'ion V^{IV} lui-même ([5]).

L'étude thermomagnétique par températures *décroissantes*, à partir de 700° K environ, est représentée par la courbe (II) : de 700 à 400° K on observe une légère diminution du point de Curie sans changement notable du moment;



la variation brusque de susceptibilité a lieu pratiquement à la même température que dans l'expérience inverse, mais elle est beaucoup plus faible; de 300 à 195° K le coefficient d'aimantation croît lentement, suivant une loi de Weiss $\chi_m(T + 315) = 0,286$ ($\mu_B = 1,1$), ensuite il décroît jusqu'à vers 115° K pour croître de nouveau suivant la courbe (I).

IV. La courbe (I), résultat des mesures effectuées sur le produit initial, bien défini, peut être considérée comme la courbe thermomagnétique caractéristique du tétroxyde de vanadium entre — 192 à 407° C. Outre la discontinuité vers 70° C, elle présente une anomalie autour de — 158° C, *la susceptibilité étant toujours indépendante du champ.*

([5]) N. Perakis, *Comptes rendus*, **148**, 1927, p. 1430.

Bien que le poids de la substance soit resté rigoureusement constant après chauffage, sa composition a pu varier (formation de pentoxyde et de trioxyde), de sorte que la courbe (II) peut correspondre à un produit différent du produit initial par la composition et le pourcentage de l'impureté. Elle présente cependant les anomalies caractéristiques de V_2O_4, notamment celle observée à basse température, difficile à interpréter. Nous y reviendrons.

Les propriétés magnétiques des oxydes présentent souvent des anomalies analogues à celles rapportées ici, comme du reste les propriétés physiques des semi-conducteurs en général.

MAGNÉTISME. — *Magnétostriction des ferrites de cobalt en fonction de la composition.* Note de M. **Roger Vautier**, présentée par M. Gaston Dupouy.

J'ai étudié, au laboratoire de M. Guillaud à Bellevue, la magnétostriction longitudinale de ferrites de cobalt de teneurs croissantes en CoO et ayant subi des traitements différents.

Les mesures ont été faites à la température ordinaire, avec le dispositif de mesure déjà décrit [1], sur des ellipsoïdes de révolution de 5 mm de diamètre et 10 mm de longueur. Le champ magnétisant pouvait atteindre 12 000 Oe. Comme on le constate sur les figures, cette valeur est suffisante pour obtenir la saturation.

Les pourcentages indiqués représentent la teneur moléculaire en CoO, le complément étant constitué par Fe_2O_3.

L'allure des courbes est caractéristique. Tous les ferrites de cobalt non orientés qui ont été étudiés présentent une magnétostriction négative élevée. Avec les valeurs du champ magnétisant utilisées, ces courbes se terminent par un palier horizontal.

Les ferrites de cobalt orientés présentent suivant l'axe d'orientation une magnétostriction positive relativement faible, et pratiquement fonction linéaire du champ, commençant quelquefois par une partie négative.

Suivant une direction perpendiculaire à l'axe d'orientation, la magnétostriction est négative, de valeur généralement comprise entre — 130 et — 200 10^6, et la courbe se termine presque toujours par une partie légèrement ascendante.

On constate d'abord (*fig.* 1) que des échantillons non orientés de même composition, mais ayant subi des traitements différents, donnent des courbes λ (H) distinctes, mais présentent la même valeur de λ à la saturation. Quelquefois, cet accord ne se présente pas, mais il est très probable que ce fait est dû à une orientation partielle involontaire de l'échantillon, car des mesures de λ suivant deux directions perpendiculaires montrent

(1) *Journ. des Recherches du C. N. R. S.*, n° 10, 1950, p. 23.

alors que l'échantillon est anisotrope. Un phénomène analogue est possible dans le cas des ferrites orientés (*fig.* 2). Les écarts seraient alors dus à un défaut d'orientation.

Dans certains cas, j'ai constaté aussi que dans les champs élevés, les points de mesure de la courbe λ (H) se groupaient sur plusieurs branches. Cela s'explique par la possibilité de plusieurs états désaimantés différents.

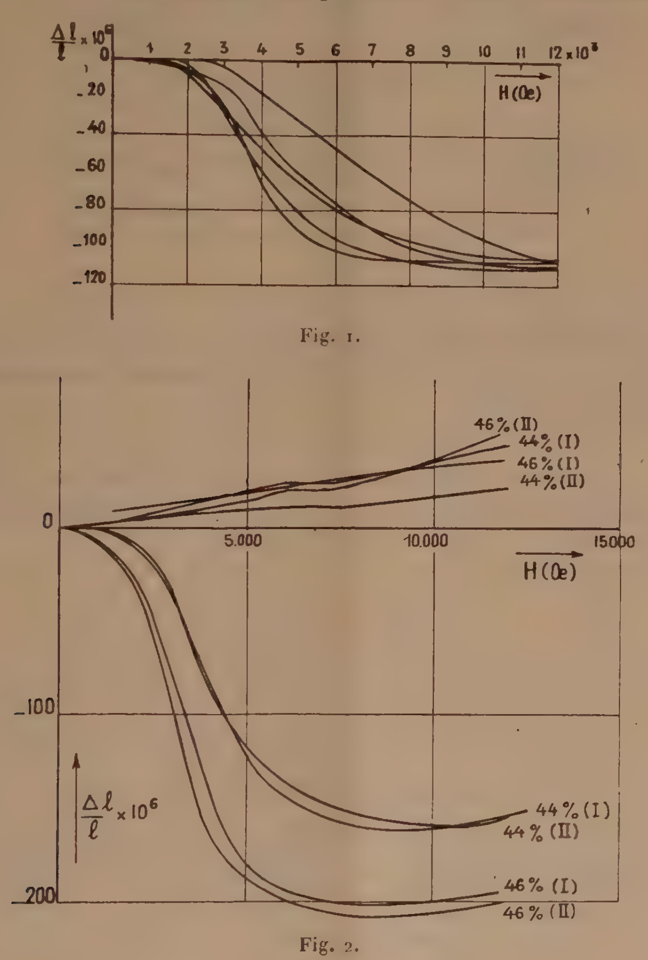


Fig. 1.

Fig. 2.

L'allure linéaire de la courbe λ (H) dans la direction d'orientation des ferrites orientés peut s'expliquer, soit par des phénomènes de rotation de l'aimantation spontanée, soit par un phénomène de croissance de J_s proportionnellement au champ. La croissance de λ dans les champs élevés pour une direction perpendiculaire à la direction d'orientation pourrait confirmer cette dernière hypothèse, mais les résultats expérimentaux ne permettent pas d'en décider avec certitude.

On notera que la courbe λ (H) dans la direction d'orientation est très souvent coupée par un décrochement pour une valeur de champ comprise

entre 6 000 et 8 000 Oe. Ce fait n'est pas expliqué. La figure 3 représente la magnétostriction de ferrites non orientés de teneurs en CoO différentes, ayant subi des traitements analogues. On constate qu'entre 48 et 44 % la valeur de λ est pratiquement constante et que cette valeur diminue quand le pourcentage moléculaire en CoO baisse.

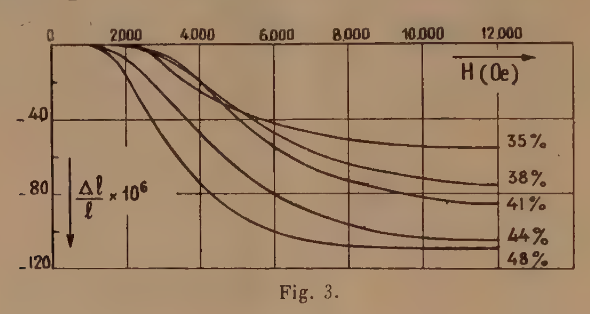


Fig. 3.

OPTIQUE. — *Détermination du coefficient local d'absorption monochromatique dans les flammes de cracking.* Note (*) de M. **Francis Guyomard**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Principe. — Le facteur d'absorption monochromatique d'une flamme d'épaisseur l, pour la longueur d'onde effective du pyromètre optique utilisé, est de la forme

$$\alpha_{(0,665\mu)} = 1 - \exp - \int_0^l k\, dx.$$

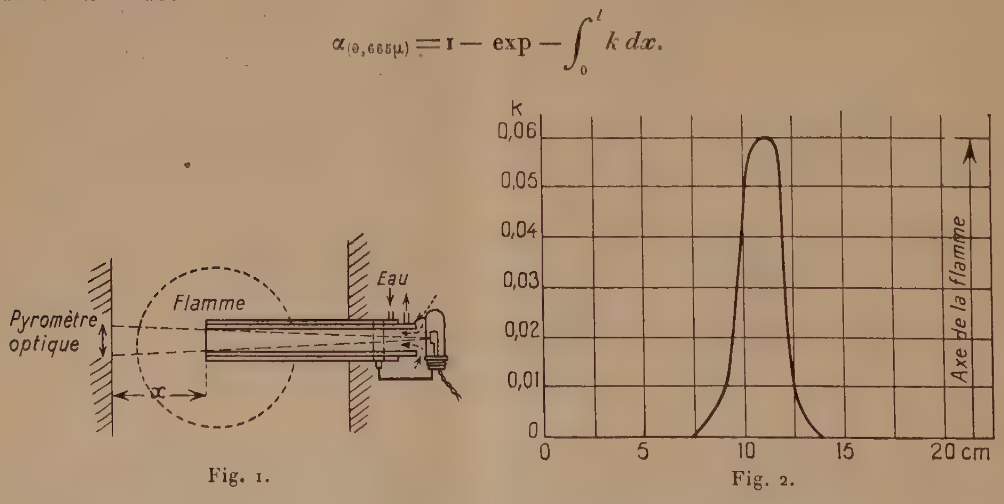


Fig. 1. Fig. 2.

Le coefficient local d'absorption monochromatique k est proportionnel à la densité en particules de carbone. Il est donc intéressant de pouvoir déterminer sa valeur pour obtenir une représentation de la densité en particules en chaque point et connaître ainsi le développement de la formation du carbone dans les grandes flammes de cracking.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

A cet effet nous avons réalisé une chemise à circulation d'eau, à l'extrémité de laquelle est montée une lampe à ruban de tungstène. En enfonçant le tube dans la flamme, on fait varier l'épaisseur absorbante et l'on mesure au pyromètre optique la température de brillance de l'ensemble lampe + flamme (*fig.* 1).

Le diamètre du tube intérieur est plus grand que l'ouverture du pyromètre. La circulation d'air dans le tube intérieur, due à la dépression dans la flamme, est suffisante pour éviter que le carbone n'y reste en suspension et n'absorbe le rayonnement du ruban de la lampe.

Étude mathématique. — Pour une brillance monochromatique b_1 de la lampe, on mesure la température de brillance correspondant à une brillance résultante

$$b_1 \tau_x + E_x = b'_{1x}$$

(τ_x, facteur de transmission monochromatique correspondant à l'abscisse x; E_x, émission monochromatique de la flamme correspondant à la même abscisse; b'_{1x}, brillance monochromatique résultante).

De même pour une autre brillance b_2 on obtient $b_2 \tau_x + E_x = b'_{2x}$; on peut donc tracer la courbe $B = b'_2 - b'_1$ en fonction de x. Si $b_2 - b_1$ est constant et égal à A, on a

$$A\tau_x = (b'_2 - b'_1)_x = A \exp - \int_0^x k\, dx, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\frac{d}{dx}(b'_2 - b'_1)}{b'_2 - b'_1} = -k.$$

En réalité on mesure des températures de brillance, on en déduit les brillances b'_{1x} et b'_{2x}, puis $(b'_2 - b'_1)_x$, puis $d/dx(b'_2 - b'_1)_x \ldots$ pour obtenir enfin k en fonction de x.

Résultats. — Le tableau ci-joint donne les résultats obtenus sur une flamme de gaz de ville carburé au propane, à une distance de 25 cm du brûleur et suivant un diamètre; on remarque que le carbone est localisé sur le bord de la flamme, à une distance de la paroi du four comprise entre 8 et 12,5 cm.

x (cm).	$b'_2 - b'_1$ (W/cm²).	$(b'_2 - b'_1)$ par cm.	k.	x (cm).	$b'_2 - b'_1$ (W/cm²).	$(b'_2 - b'_1)$ par cm.	k.
7......	0,5142	0	0	10,5...	0,5424	0,0318	0,0586
7,5....	0,5142	0	0	11.....	0,5583	–	–
8......	0,5142	0	0	11,5...	0,5755	0,0344	0,0597
8,5....	0,5153	0,0022	0,0043	12.....	0,5927	–	–
9......	0,5164	–	–	12,5...	0,5966	0,0079	0,0132
9,5....	0,5214	0,0101	0,0194	13.....	0,6006	0	–
10.....	0,5265	–	–				

La figure 2 donne les valeurs de k calculées à partir du tableau précédent.

On peut montrer que l'erreur relative sur k est de l'ordre de 10 à 15 % pour le maximum; on a donc $k = 0,06 \pm 0,009$.

SPECTROSCOPIE. — *Théorie statistique de l'effet de la pression sur les raies spectrales.* Note (*) de MM. **René Bergeon**, **Stéphane Robin** et **Boris Vodar**, transmise par M. Eugène Darmois.

En vue d'interpréter les résultats expérimentaux récents ([1]), ([2]), nous avons repris la théorie statistique de Margenau ([3]), ([4]) en tenant compte des répulsions qui jouent un rôle important aux hautes pressions. Nous supposons une répartition continue des perturbateurs autour de l'atome perturbé et négligeons les effets dus à l'agitation thermique (velocity broadening), considérant l'intensité à la fréquence $\nu - \nu_0$ comme proportionnelle au volume d'extension en configuration qui réalise l'énergie de perturbation correspondante (ν_0 étant la fréquence non perturbée). Cette perturbation qui est la différence des perturbations relatives à chacun des niveaux quantiques liés à la raie considérée a été représentée ici par la loi (6 — 12) de Lennard-Jones, ce qui serait exact si cette loi était valable pour tous les niveaux quantiques. La question de l'additivité des forces soulève des difficultés; on sait que les forces de dispersion sont rigoureusement additives (contrairement aux forces d'induction et d'orientation que nous ne considérons pas ici); les forces de répulsion ne sont pas additives aux fortes densités, aussi ne faut-il voir, comme d'habitude, dans le terme en ν^{-12} que la figuration d'une résultante dont on ignore la forme exacte.

Avec les notations de la référence (3) la distribution statistique des fréquences est donnée par

$$I_s(\nu) = \frac{K}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\nu\rho}\, e^{-4\pi n_1 V'(\rho)}\, d\rho;$$

avec

$$V'(\rho) = \int_0^{\infty} (1 - e^{i\alpha\rho r^{-6} - i\beta\rho r^{-12}})\, r^2\, dr,$$

K étant une constante de normalisation; n_1, le nombre d'atomes perturbateurs par centimètre cube; ρ une variable d'intégration et $V'(\rho)$ le potentiel perturbateur. Pour poursuivre les calculs, il convient d'adopter les quantités réduites : Densité réduite : $\delta = \pi/3\, n_1 \sqrt{\beta/\alpha}$; fréquence réduite : $\eta = |\beta/\alpha^2| \times |\nu - \nu_0|$, et la variable $z = \alpha^2\rho/\beta$. La fonction $V'(\rho)$ a été calculée par un développement analogue à celui du deuxième coefficient du viriel. Les figures 1 et 2 donnent les parties réelles et imaginaires de $12\sqrt{|\alpha/\beta|}\, V'(\rho) = A(z) + iB(z)$, dans les cas où $\alpha\beta > 0$ ou $\alpha\beta < 0$; le $V'(\rho)$ de Margenau y correspond à une droite.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) S. Robin, J. Robin et B. Vodar, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1754.

(2) S. Robin, *J. Chim. Phys.*, 49, 1952, p. 1.

(3) H. Margenau, *Phys. Rev.*, 48, 1935, p. 755.

(4) H. Margenau, *Phys. Rev.*, (2), 82, 1951, p. 156.

On sait qu'on a généralement $\alpha > 0$, c'est-à-dire un déplacement initial vers le « rouge » ; faute d'une discussion détaillée, on ne sait pas si β peut prendre les deux signes. Pour $\beta\alpha > 0$, $V(\rho)$ a la forme d'un puits de potentiel et le déplacement de la raie est d'abord voisin de celui de Margenau, puis se ralentit et rétrograde ; cela a été observé [5] avec $\alpha > 0$ et $\beta > 0$; si $\alpha\beta < 0$, on constate que $V'(\rho)$ s'écarte peu de la fonction de Margenau ; la différence étant de l'ordre de celle qu'apporteraient les termes complémentaires en V^{-8} des forces de dispersion ; cependant, avec $\alpha < 0$ et $\beta > 0$ on doit avoir un déplacement accéléré vers le « bleu », ce qui a été également constaté [2] ; on peut prévoir deux autres cas qui ne semblent pas avoir été observés.

Avec les quantités réduites, le déplacement du maximum d'une raie spectrale

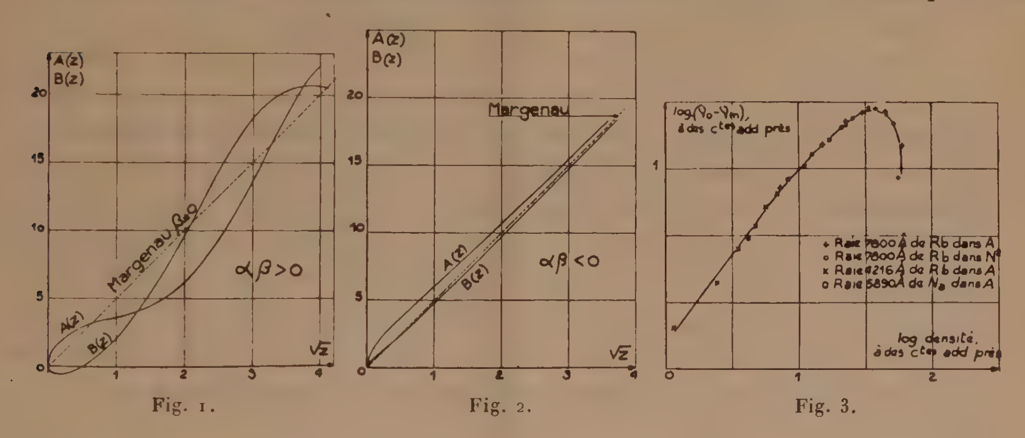


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

s'exprime, pour chaque combinaison de signe de α et β par une loi universelle : $\eta_m = f(\delta)$ où $f(\delta)$ représente l'une des quatre branches d'une fonction multiforme universelle. Ainsi toutes les courbes de : $\log|\nu_m - \nu_0|$ en fonction de : log (densité) doivent se superposer par translation en se ramenant à deux courbes distinctes suivant les signes de α et β. On voit sur la figure 3 que certaines courbes expérimentales (pour $\alpha > 0$ et $\beta > 0$ satisfont à cette condition. Cependant, le résultat ne saurait être considéré comme tout à fait concluant tant que les calculs complets des profils des raies, qui sont en cours, ne seront pas confrontés avec l'expérience.

OPTIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Mesure de la dérivée première et de la dérivée seconde de l'induction sur l'axe de révolution d'une lentille magnétique puissante.* Note de M. **Pierre Gautier**, présentée par M. Gaston Dupouy.

Une petite bobine exploratrice, dont l'axe coïncide avec celui de la lentille, vibre d'un mouvement sinusoïdal parallèle à cet axe : la f. é. m. induite est proportionnelle à la dérivée première de l'induction. Deux bobines analogues à la précédente, iden-

---

([5]) J. Robin et S. Robin, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1019.

tiques entre elles, placées très près l'une de l'autre, sont montées en opposition : la f. é. m. induite est proportionnelle à la dérivée seconde de l'induction.

Nous avons décrit dans une Note précédente [1] une méthode de mesure de l'induction B sur l'axe Oz d'une lentille magnétique puissante. Nous montrons ici que le même montage permet de mesurer *avec la même précision* les deux premières dérivées $B' = (dB/dz)$ et $B'' = (d^2B/dz^2)$, nécessaires pour le calcul des aberrations du troisième ordre. Ceci représente un progrès sur les méthodes graphiques ou numériques utilisées jusqu'à présent [2].

Principe de la mesure de B'. — Sur la tige portant le solénoïde AA′ [1] est fixée une petite bobine à gorge rectangulaire, de même axe que AA′. Le terme fondamental de la f. e. m. induite a pour amplitude

$$E'_1 = \frac{N}{3}\pi R^2 a\omega\left[B' + \left(\frac{\Delta z^2}{6} - \frac{3R^2}{40}\right)B''' + \left(\frac{\Delta z^4}{120} + \frac{3R^4}{1344} - \frac{3R^2\Delta z^2}{240}\right)B^{(5)} + \ldots\right]10^{-8}\ \text{V}$$

N, nombre total de spires de la bobine; R, rayon extérieur du bobinage en centimètres. (Le cube du rayon intérieur est supposé petit devant R^3); Δz, demi-longueur de la bobine en centimètres; ω, pulsation; B', B''', ..., dérivées par rapprot à z de l'induction B (en gauss) *au centre de la bobine*. Si $3R^2/40 = \Delta z^2/6$, E' est proportionnel à B', au terme correctif en $B^{(5)}$ près [3].

Principe de la mesure de B''. — Sur la même tige sont fixées deux autres bobines, identiques entre elles, de même axe que la précédente. Leurs centres sont distants de $2(\Delta_1 z)$ cm. Elles sont montées en opposition : la f. é. m. induite a pour amplitude

$$E''_1 = \frac{N}{3}\pi R^2 a\omega . 2(\Delta_1 z)\left[B'' + \left(\frac{\Delta_1 z^2 + \Delta z^2}{6} - \frac{3R^2}{40}\right)B^{(4)} + \ldots\right]10^{-8}\ \text{V}.$$

B'', $B^{(4)}$, ..., dérivées de B *au centre de symétrie de l'ensemble des deux bobines*. Si $3R^2/40 = (\Delta_1 z^2 + \Delta z^2)/6$, E'' est proportionnel à B'', au terme correctif en $B^{(6)}$ près.

Détermination des coefficients de proportionnalité. — La connaissance de B_0 [1] et de l'aire comprise entre les courbes $E'(z)$ et $E''(z)$ et l'axe Oz, permet de déterminer successivement les coefficients $(N/3)\pi R^2 a\omega$ et $(N/3)\pi R^2 a\omega . 2(\Delta_1 z)$.

Réalisation. — Les caractéristiques de la bobine servant à mesurer B' sont : $\Delta z = 0{,}4$ mm, $R = 0{,}6$ mm, $N = 350$. Celles des bobines servant à mesurer B'' sont : $\Delta z = 0{,}2$ mm, $R = 0{,}66$ mm, $N = 215$, $\Delta_1 z = 0{,}4$ mm. Elles satisfont aux conditions précisées ci-dessus.

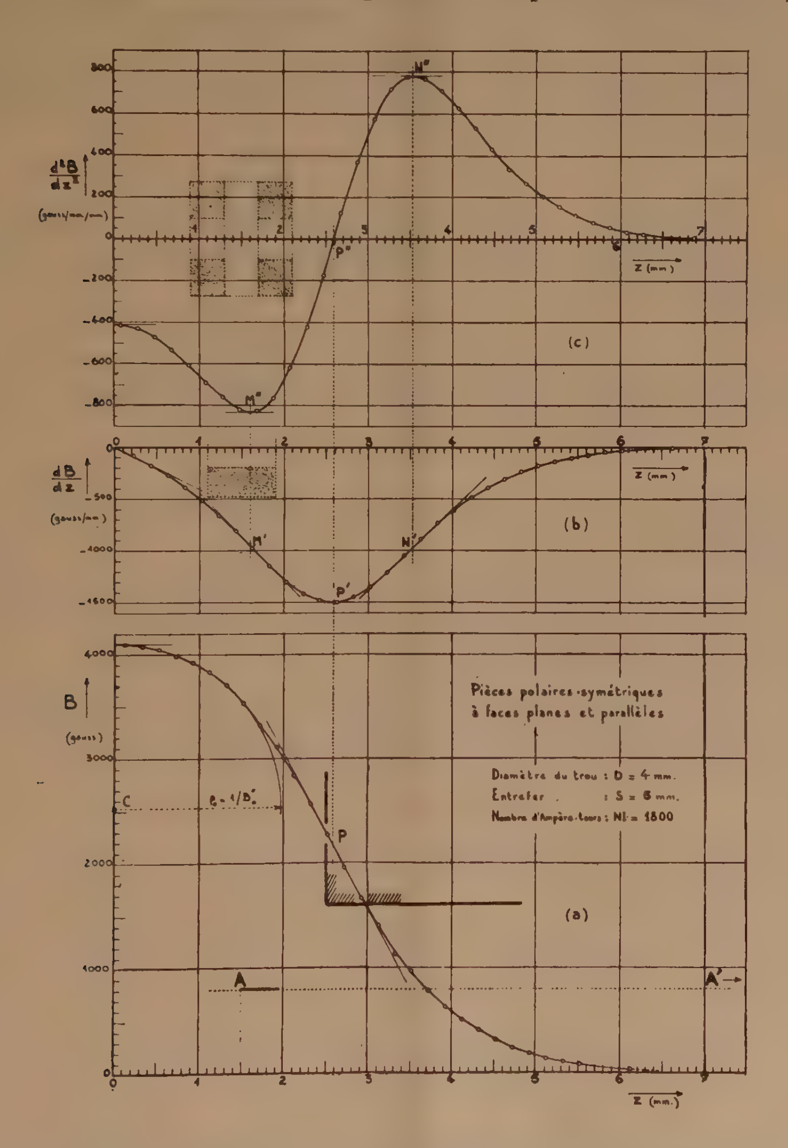
---

(1) CH. FERT et P. GAUTIER, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 148.

(2) DOSSE, *Z. Phys.*, 117, 1941, p. 437; LIEBMANN et GRAD., *Proc. of the Phys. Soc.* B, Vol. 64, 1951, p. 956.

(3) On suppose l'amplitude a des vibrations suffisamment petite pour que le terme de fréquence double soit négligeable.

Exemple de mesure. — L'expérience a confirmé les résultats de l'étude précédente. La figure représente, déterminée par cette méthode, la répartition de B, B′ et B″ sur l'axe d'une lentille symétrique ([4]). La connaissance directe de B′ et de B″ permet de préciser la position des points d'inflexion P, M′, N′ et



la pente en ces points. En outre, la connaissance de B″ permet de corriger les valeurs de B données par le solénoïde AA′, pour tenir compte du rayon fini de ce dernier, de préciser la pente à l'origine de B′(z), et de déterminer le

([4]) La lentille étant symétrique, on n'a dessiné que la moitié de la courbe. Les dimensions des pièces polaires et des bobines exploratrices sont précisées à l'échelle des z.

rayon de courbure à l'origine de $B(z)$, avec précision et non plus par tâtonnements ([5]).

Remarque. — Pour la mesure de B'', l'égalité des surfaces des deux bobines n'est jamais parfaitement réalisée : d'où une erreur proportionnelle à B', B''', ... Si le champ est dissymétrique, on effectue la correction en réalisant une seconde série de mesures, après retournement de la lentille. Une seule série de mesures suffit si le champ est symétrique. Une publication plus détaillée précisera ces différents points.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Une remarque relative aux niveaux énergétiques des noyaux légers.* Note (*) de M. **Félix Joachim Wiśniewski**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans la présente Note on montre que certains niveaux énergétiques des noyaux légers déterminés expérimentalement satisfont la relation

$$E = Kn(n+1) \tag{1}$$

où E désigne le niveau, n un nombre entier et K une constante différente pour différents éléments.

Il est permis par suite d'interpréter ces niveaux comme niveaux de rotation.

La constante K a pour B_{10} et C_{13} deux valeurs numériques différentes correspondant aux deux séries de termes.

Dans les tables qui suivent sont rassemblées les valeurs de $E(n)$ calculées pour chaque élément et les niveaux déterminés expérimentalement qui leur correspondent.

Li_7.

1. $E(n) = 0{,}24\, n(n+1)$.

n	1.	2.	3.	4.	5.
Théorie	0,48	1,44	2,88	4,80	7,2
Expér.	0,48 ([2])	–	–	4,77 ([2])	7,54 ([2])

Be_8.

2. $E(n) = 0{,}245\, n(n+1)$.

n	3.	4.	5.	6.	8.
Théorie	2,94	4,90	7,35	10,29	17,64
Expér.	3,00 ([3])	4,80 ([3])	7,50 ([3])	9,80 ([1])	17,57 ([1])

([5]) Glaser, *Ann. der Phys.*, 6, 1950, 7, 5, p. 219.

(*) Séance du 21 juillet 1952.

([1]) Cité d'après Kondratief, *Uspiechi Physitscheskich Nauk*, 38, 1949.

([2]) H. E. Gove et I. A. Harvey, *Phys. Rev.*, 82, 1951.

([3]) L. L. Green et W. H. Gibson, *Proc. Phys. Soc.* A, 1949.

B'_{10}.

3. $E(n) = 0{,}1197\, n(n+1)$.

n	2.	3.	4.	5.	7.	8.
Théorie	0,718	1,435	2,39	3,59	6,70	8,62
Expér.	0,718 (1)	1,435 (1)	2,22 (4)	3,59 (4)	6,78 (1)	8,76 (1)

B''_{10}.

4. $E(n) = 0{,}171\, n(n+1)$.

n	2.	3.	4.	5.
Théorie	1,026	2,052	3,42	5,13
Expér.	1,024 (1)	2,22 (4)	3,425 (1)	5,12 (4)

B_{11}.

5. $E(n) = 0{,}106\, n(n+1)$.

n	2.	4.	6.	7.	8.	10.	11.
Théorie	0,635	2,12	4,45	5,93	7,63	11,66	13,99
Expér.	0,65 (5)	2,14 (6)	4,46 (6)	5,8 (1)	7,30 (6)	11,5 (1)	13,8 (1)

C_{11}.

6. $E(n) = 0{,}095\, n(n+1)$.

n	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Théorie	0,57	1,90	2,85	3,99	5,32	6,84	8,55
Expér.	0	1,9 (6)	–	–	–	6,83 (6)	8,45 (6)

C_{12}.

7. $E(n) = 0{,}1\, n(n+1)$.

n	5.	6.	7.	8.	10.
Théorie	3,00	4,20	5,6	7,2	11,0
Expér.	3,00 (1)	4,3 (1)	–	7,1 (1)	10,8 (1)

C'_{13}.

8. $E(n) = 0{,}1618\, n(n+1)$.

n	2.	4.	5.	6.	7.	8.
Théorie	0,971	3,256	4,856	6,79	9,06	11,64
Expér.	–	3,18 (1)	4,9 (6)	–	8,90 (1)	11,86 (1)

C''_{13}.

9. $E(n) = 0{,}133\, n(n+1)$.

n	2.	5.	6.	9.
Théorie	0,98	3,99	5,58	11,97
Expér.	0,8 (1)	3,95 (1)	5,6 (7)	11,86 (1)

B_{10} et C_{13} ont deux séries de niveaux différents. On peut conclure de ce fait à l'existence de deux sortes de noyaux différents de B_{10} et C_{13}.

---

(4) AJZENBERG, *Phys. Rev.*, 82, 1951.
(5) W. D. MC MINN, M. B. SAMPSON et V. K. RASMUSSON, *Phys. Rev.*, 84, 1951.
(6) VAN PATTER, BACHNER et SPERDUTTO, *Phys. Rev.*, 82, 1951.
(7) MILLER, *Phys. Rev.*, 78.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur le rapport d'embranchement* K/β^+ *de* ^{65}Zn. Note (*) de M[lle] **Tosiko Yuasa**, présentée par M. Frédéric Joliot.

A l'aide d'un spectrographe magnétique de focalisation à 180°, on a mesuré l'intensité des électrons Auger des rayons X provenant de la capture-K du noyau ^{65}Zn et l'intensité du Spectre β^+, et l'on a obtenu la valeur 41 ± 5 comme rapport d'embranchement global. Le spectre β^+ n'a pas une forme de simple spectre de transition permise.

Le noyau ^{65}Zn se désintègre, soit par capture-K dont environ 46 % aboutissant à un état excité de ^{65}Cu de 1,114 MeV, soit par émission des β^+. Il pourrait y avoir aussi d'autres rayons γ plus mous.

Le rapport d'embranchement K/β^+ a été étudié par plusieurs auteurs ([1]), soit par le rapport de l'intensité des rayons X provenant de la capture-K à celle des rayons d'annihilation des β^+ ([2]), soit à celle du spectre β^+ ([3]). Cependant le spectre β^+ mesuré jusqu'à présent avec le spectrographe magnétique avait une imprécision due à l'absorption par la masse importante de la source et de la fenêtre du compteur ([4]). La mesure faite avec la chambre de Wilson présente d'autres inconvénients dus soit à la diffusion des rayons β^+ mous dans l'atmosphère de la chambre, soit à l'angle solide efficace qui est difficile à déterminer pour les rayons β^+ de faible énergie ([5]).

J'ai entrepris de nouveau cette étude, à l'aide d'un spectrographe magnétique de focalisation à 180°, en améliorant certaines conditions expérimentales que nous allons citer plus loin, et en mesurant l'intensité du spectre β^+ et des électrons Auger.

La fenêtre du compteur utilisé est fermée par une feuille de formvar de 70 $\mu g/cm^2$. La pression du gaz dans le compteur est de 2,0 cm Hg (0,6 cm Hg de C_2H_5OH + 1,4 cm Hg de A). Ce compteur a fonctionné à environ 1000 V ayant un palier de 50 V.

La source a été déposée par électrolyse sur une feuille de polystyrène de 0,7 mg/cm^2 cuivrée sous vide et trempée dans la solutiou aqueuse de $ZnCl_2$ radioactif additionnée d'un peu d'acide acétique et d'acétate d'ammonium. Par cette méthode on a pu augmenter l'activité spécifique de ^{65}Zn d'un facteur 2,1. On a préparé trois sources, S_1, S_2 et S_3, dont la masse superfi-

(*) Séance du 28 juillet 1952.

([1]) *Voir* les références citées dans J. K. Major, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 947.

([2]) M. A. Waggoner, M. L. Moon et A. Roberts, *Phys. Rev.*, 80, 1950, p. 420.

([3]) R. A. Cohn et J. D. Kurbatov, *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 318; K. C. Mann, D. Raukin et P. N. Daykin, *Phys. Rev.*, 76, 1949, p. 1719.

([4]) K. C. Mann, *loc. cit.*

([5]) R. Sagane, S. Kojima et G. Miyamoto, *Proc. Phys. Math. Soc.*, Japan, 21, 1939, p. 728; Y. Watase, J. Itoh et E. Takeda, *Proc. Phys. Math. Soc.*, Japan, 22, 1940, p. 90; J. K. Major, *loc. cit.*

cielle était respectivement 0,440 mg/cm², 4 mg/cm² et 10,4 mg/cm², et l'activité spécifique était environ 95 μC/mg.

La source S_1 a été utilisée comme étalon pour la correction de l'intensité des électrons Auger. Avec les sources S_2 et S_3 on a mesuré l'intensité des électrons Auger et des β^+.

Le spectre β^+ semble avoir deux composantes comme il a été annoncé par Sagane et al. ([5]), dont E_{max} se trouvant respectivement à 150 ± 20 keV et

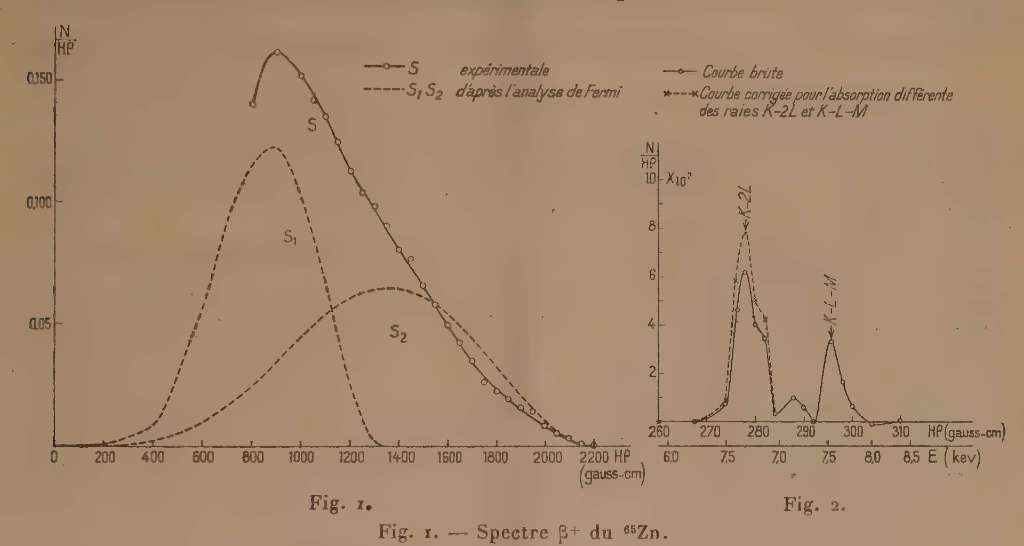


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Spectre β^+ du ^{65}Zn.

Fig. 2. — Raies des électrons Auger des rayons X émis par ^{65}Cu.

320 ± 5 keV, leur intensité étant presque égale (*fig.* 1). Mais étant donné que la source est assez épaisse et que la valeur *ft* est $2,88.10^7$, il est possible que le spectre soit simple mais de transition interdite.

Quant aux électrons Auger, on a obtenu deux raies principales K-2L et K-L-M (*fig.* 2), dont les Hρ et les intensités mesurées antérieurement ([6]) et actuellement sont indiqués dans le tableau suivant :

Hρ (gauss/cm).	E (keV).	Raie.		Intensité relative. Électrons Auger.	Électrons Auger antérieurement.	+ Photo-électrons actuellement.
279,5....	6,7	$K-L_{II}-L_I$	K-2L	2 ~ 3	10,4 ~ 11,7	11 (norm).
283,0....	6,9	$K-L_{II}-L_{II\ ou\ III}$		6		
286,5....	7,1	?		1	1,3	1,1
297,2....	7,65	$K-M_{III}-L_I$	K-L-M	2 ~ 3*	6,5 ~ 9,1*	2,78
300,9....	7,85	$K-M_{III}-L_{II\ ou\ III}$ et $K-L_{II}-M$		3 ~ 4*		

(*) valeurs non précises.

([6]) Compton et Allison, *X-Rays in Theory and Experiments*, 1947.

En faisant la correction par l'absorption dans la matière de la source pour l'intensité des électrons Auger et en tenant compte de l'intensité des photoélectrons des rayons X sortis de la source (30 % pour S_3), et en utilisant l'intensité du spectre β^+ on a obtenu $40,6 \pm 5,0$ comme la valeur de K/β^+ global.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la promotion en catalyse hétérogène.* Note (*) de MM. **Louis d'Or** et **Adam Orzechowski**, présentée par M. Jean Cabannes.

Il est généralement admis de définir la promotion comme une exaltation, en dehors d'une éventuelle stabilisation, de l'activité catalytique d'une substance par l'addition d'une autre substance elle-même inactive ou peu active à l'état isolé.

L'activité catalytique est cependant rapportée d'habitude à l'unité de masse de catalyseur; ainsi mesurée, elle constitue une indication qui présente, certes, une réelle importance pratique, mais qu'il n'est guère possible d'exploiter directement pour l'analyse du mécanisme de la promotion.

A priori, celui-ci peut consister en deux phénomènes essentiellement différents, concomitants ou non : un accroissement de la surface du catalyseur par unité de masse et une amélioration de la qualité de la surface (par exemple, si l'on admet la théorie des centres actifs, une multiplication du nombre de centres actifs par unité de surface).

Nous avons étudié sous cet angle la promotion du nickel par l'oxyde cérique dans la réaction d'hydrogénation du phénol en cyclohexanol.

Après avoir préparé, dans des conditions standardisées par coprécipitation, calcination et réduction, une gamme de catalyseurs Ni-CeO_2 de teneur en nickel allant de 100 à 0 %, nous avons mesuré, pour chacun d'eux, l'activité catalytique rapportée au gramme ainsi que la surface par gramme.

La vitesse initiale d'hydrogénation a été prise comme mesure de l'activité. Rapportée au gramme de catalyseur, cette dernière présente un maximum unique très marqué pour une composition molaire voisine de 50 % de Ni.

D'autre part, la présence du promoteur augmente notablement la surface unitaire du catalyseur (*voir* figure).

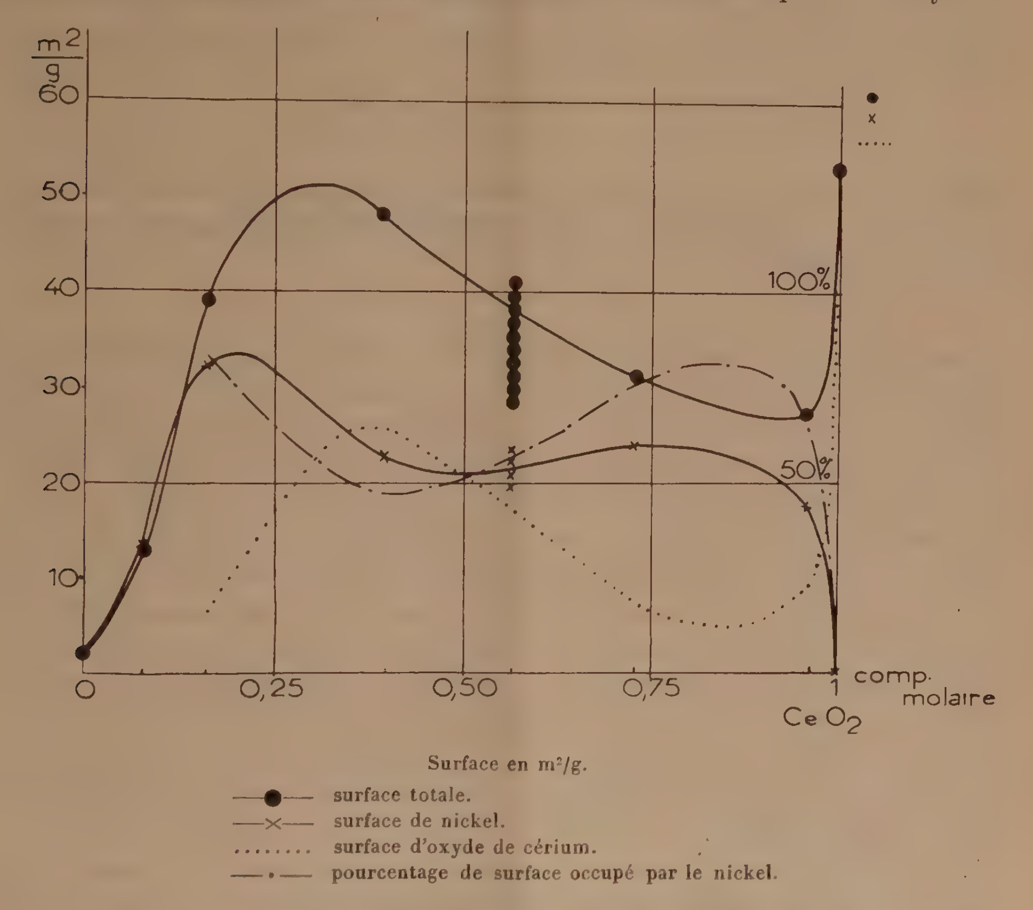
L'activité rapportée à l'unité de surface atteint un premier maximum pour le nickel pur et un second pour 50 % de Ni environ. Le second maximum est plus faible que le premier tout en étant du même ordre de grandeur. Pour les faibles teneurs en nickel (quelques pour-cent),

(*) Séance du 28 juillet 1952.

comme pour l'oxyde de cérium sans nickel, l'activité par gramme est nulle, alors que la surface unitaire est très développée.

Il apparaît donc que le promoteur permet de réaliser des catalyseurs de grande surface unitaire, mais que la qualité de la surface ainsi obtenue est toujours inférieure à celle du nickel pur.

Mais il ne s'agit ici que de la qualité moyenne de la surface, car celle-ci doit être hétérogène, certaines plages étant constituées par de l'oxyde de



Surface en m²/g.

—●— surface totale.
—×— surface de nickel.
.... surface d'oxyde de cérium.
—•— pourcentage de surface occupé par le nickel.

cérium, catalytiquement inactif, d'autres par du nickel. Pour analyser de manière plus complète le rôle du promoteur, il importait donc d'étudier les propriétés des plages de nickel dans les catalyseurs mixtes. C'est ce qu'une circonstance favorable, le fait que, contrairement au nickel, l'oxyde cérique pur, ou l'oxyde céreux qui provient de sa réduction, n'adsorbe pas l'hydrogène, nous a permis de faire.

Par mesure de la capacité d'adsorption de chacun des catalyseurs pour l'hydrogène à la température de la catalyse (180° C) et sous la pression atmosphérique, nous avons déterminé la part de la surface occupée par le nickel (*voir* figure).

Il a ainsi été possible de calculer l'activité catalytique rapportée à l'unité de surface de nickel dans les différents catalyseurs.

Il est apparu :

a. que dans les catalyseurs les plus actifs, l'activité rapportée à l'unité de surface de nickel est comparable à celle du nickel pur;

b. que dans les catalyseurs inactifs à faible teneur en nickel, la fraction de la surface occupée par le nickel est élevée; dans les catalyseurs étudiés, il existe donc une forme inactive de nickel, constituée apparemment par du nickel subamorphe.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réactions comparatives de l'arginine et de l'ammoniaque sur le chlorure cobalteux* ([1]). Note (*) de Mlle **Jeanne Brigando**, présentée par M. Paul Pascal.

Dans une Note précédente, la préparation de deux complexes cobaltiques de l'arginine a été mentionnée ([2]). D'autre part, Laland et K. Closs ont signalé que les mélanges de chlorure cobalteux et d'arginine prennent une teinte pourpre sous l'action de l'eau oxygénée ([3]). J'ai remarqué qu'une coloration analogue se produit avec le temps en l'absence d'eau oxygénée. Il m'a paru intéressant d'étudier par la méthode des variations continues, appliquée à l'absorption lumineuse, la réaction ainsi décelée. Que l'on opère avec ou sans H_2O_2 et quelle que soit la concentration, la composition maximum correspond toujours à 2 mol d'arginine pour un atome de cobalt. En présence d'eau oxygénée, la densité optique indépendante du temps augmente avec la teneur en H_2O_2, pour tendre vers une limite atteinte pour 1 cm^3 H_2O_2, 1 V. L. environ, par centimètre cube de mélange C_M 1/25 ([4]). En l'absence d'eau oxygénée, la densité optique augmente avec le temps, l'évolution est surtout importante dans les premières 24 h.

Les spectres d'absorption des solutions correspondant à la composition maximum sont identiques une fois l'équilibre établi. Ils présentent une bande aux environs de 5400 Å et une inflexion vers 3600 Å (*graph.* 1). On peut en conclure que la réaction produite, soit par oxydation spontanée, soit sous l'action de H_2O_2 est la même. D'autre part, l'étude des mélanges non équi-

---

(*) Séance du 16 juillet 1952.

([1]) Travail effectué avec la collaboration technique de Mme M. Morel.

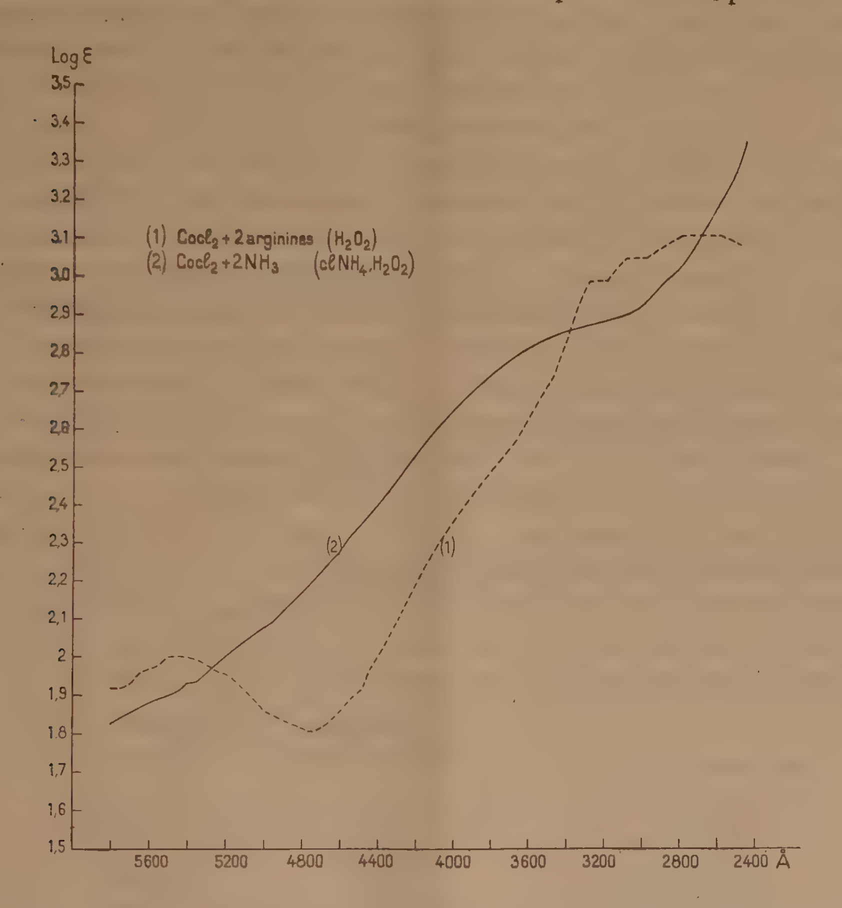
([2]) J. Brigando, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2604.

([3]) Laland et K. Closs, *Nature*, 163, 1949, p. 565.

([4]) C_M indique la concentration moléculaire de chacun des composants (solutions équimoléculaires).

moléculaires ([5]) montre que le composé Co_{III}-2 arginines est très stable et que la réaction est pratiquement totale.

J'ai repris à titre de comparaison la même étude sur des mélanges de $CoCl_2$, NH_3 et $ClNH_4$. En l'absence de H_2O_2 on n'observe pas de changement de coloration. En présence d'eau oxygénée, les résultats sont tout à fait analogues aux précédents, la composition maximum correspond à $2\,NH_3$ par atome de Co.



Par contre, le spectre d'absorption n'indique pas de bande dans le visible (*graph.* 2).

Aussi bien pour l'arginine que pour l'ammoniaque, il semble donc qu'un ion cobalt réagit sur 2 mol de la base. La composition des complexes ainsi formés est toute différente de celle des produits isolés précédemment ([2]) ([6]).

([5]) P. Job, *Ann. Chim.*, 9, 1927, p. 114-203.

([6]) Peut-être se forme-t-il un complexe polynucléaire. On connaît en effet les sels de tricobalt-III-pentol-hexammonio-dihydrine et de tricobalt-III-hexol-hexammine qui renferment 2 mol de NH_3 par atome de Co ([6]).

([7]) *Werner Ann.*, 375, 1910, p. 41 et 140.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chromatographie sur papier des oxyacides du phosphore et de l'arsenic.* Note (*) de MM. **Yves Volmar**, **Jean-Pierre Ebel** et **Fawzi Bassili Yacoub**, présentée par M. Paul Lebeau.

Dans de précédentes communications [1] nous avons décrit la séparation par chromatographie sur papier des acides ortho, poly et métaphosphoriques. Les résultats satisfaisants obtenus dans ce domaine nous ont incités à étendre cette technique à la séparation et à l'étude des acides phosphorés autres que ceux dérivés de l'anhydride phosphorique, ainsi qu'à celle des acides oxygénés de l'arsenic.

Nous avons recherché la séparation des composés suivants :

a. parmi les oxyacides du phosphore : hypophosphite PO_2H_2Na, phosphite acide PO_3H_2Na, pyrophosphite $P_2O_6H_2Na_2$ (préparé selon la méthode d'Amat [2], hypophosphate $P_2O_6H_2Na_2$ (préparé selon la méthode de Cavalier et Cornec [3]), orthophosphate PO_4HNa_2 et pyrophosphate $P_2O_7Na_2$

b. parmi les oxyacides de l'arsenic : arsénite et arséniate de sodium.

Nous avons utilisé pour cela la technique précédemment mise au point par nous [1] : chromatographie ascendante avec papier Whatman n° 4 lavé à l'acide chlorhydrique dilué et à la 8-hydroxyquinoléine; révélation selon la technique de Hanes et Isherwood [4]; solvants utilisés :

a. solvant acide : isopropanol 75 cm^3; eau 25 cm^3 acide trichloracétique 5 g, ammoniaque concentrée 0,3 cm^3;

b. solvant alcalin : alcool absolu 30 cm^3, isobutanol 30 cm^3, eau 39 cm^3, ammoniaque concentrée 1 cm^3.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

	RF [5].	
	Solvant acide.	Solvant alcalin.
1. Oxyacides du phosphore :		
Hypophosphite	0,84	0,75
Phosphite	0,86	0,49
Pyrophosphite	0,86	0,66
Hypophosphate	0,48	0,21
Orthophosphate	0,82	0,39
Pyrophosphate	0,61	0,28
2. Oxyacides de l'arsenic :		
Arsénite	0,68	0,40-0,49 (bande allongée)
Arséniate	0,83	0,40

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) J. P. Ebel et Y. Volmar, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 415; J. P. Ebel, *Thèse Doctorat ès Sciences Phys.*, Strasbourg, 1951; *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 621.

(2) *Ann. Chim. Phys.*, 24, 1891 p. 289.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, 5, 1909, p. 1058.

(4) *Nature*, 164, 1949, p. 1107.

(5) RF = rapport de la distance parcourue par la substance dissoute à celle parcourue par le front du solvant.

On voit que le solvant acide n'a pas permis la séparation des hypophosphite, phosphite, pyrophosphite et orthophosphate, mais réalisé aisément celle de l'hypophosphate et du pyrophosphate de ces derniers. Avec le solvant alcalin par contre, on obtient la séparation nette de tous les composés phosphorés étudiés ([6]). Les deux solvants séparent les arséniate et arsénite.

L'association des solvants alcalin et acide en chromatographie bidimensionnelle permet de séparer la quasi-totalité des acides oxygénés du phosphore (y compris les poly- et métaphosphates).

On retrouve chez les composés étudiés dans ce travail la relation très nette mise en évidence pour les poly- et métaphosphates entre le poids moléculaire, d'une part, leur structure linéaire ou cyclique, d'autre part, et leur position sur le chromatogramme. C'est ainsi que l'hypophosphite, le phosphite, le phosphate et l'hypophosphate migrent en raison inverse de leur poids moléculaire. Il est remarquable que l'hypophosphate et le pyrophosphate, de structures voisines, se placent à des positions très rapprochées. Une anomalie se présente par contre avec le pyrophosphite, dont la position par rapport aux autres composés phosphorés est aberrante. Son comportement, anormal également au point de vue de ses réactions chimiques, devrait inciter à une étude plus poussée de la structure de ce composé.

Les solvants utilisés n'ont pas permis de séparer les arséniate et phosphate dont l'identité de caractères se retrouve donc en chromatographie. Par ailleurs, les images obtenues avec l'arsénite montrent dans le cas de l'emploi d'un solvant acide, la présence d'une forme condensée (pyroarsénite en particulier) dans celui d'un solvant alcalin, l'existence d'un produit non homogène, ou seraient présents à la fois la forme orthoarsénite et des formes plus condensées.

CHIMIE ORGANIQUE — *Quelques réactions d'hétérocyclisation d'amino-2 cyclanols stéréoisomères*. Note (*) de MM. **Max Mousseron**, **François Winternitz** et Mme **Magdeleine Mousseron-Canet**, présentée par M. Marcel Delépine.

La conversion des amino-cyclanols en dérivés bicycliques hétérocycliques a été envisagée; la formation d'hexahydrobenzoxazolone par des voies différentes à partir d'amino-cyclanols stéréoisomères a été étudiée. La conservation de la configuration spatiale au cours des divers processus d'hétérocyclisation a pu être mise en évidence.

([6]) Ce travail était déjà effectué lorsqu'à paru une Note de MM. Bonnin et Sue (*Comptes rendus*, 234, 1952, p. 960) qui relate la séparation des phosphates, phosphites et hypophosphites par une technique voisine de la nôtre. Leurs résultats concordent avec les nôtres.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

Nous avons utilisé la réaction de condensation de l'urée avec les amino-2 alcools que récemment Close ([1]), Fodor et Kocka ([2]) ont mise à profit dans la série de l'éphédrine. Nous avons appliqué ces réactions à plusieurs amino-2 cyclanols stéréoisomères. Le cycle cyclohexanique flexible et sans planéité peut ou non montrer une différence dans le comportement *cis-trans*; le cycle en C_5 plus rigide et plan, offre une difficulté quasi prohibitive à la formation de l'hétérocycle *trans*. Dans la série cyclohexanique, le nombre de chaînons de l'hétérocycle ne doit pas être supérieur à 6; en effet l'amino-2 cyclopentanol *trans* et l'(aminoéthyl)-2 cyclohexanol *trans* condensés avec 2 mol d'urée à 185° puis à 225° n'ont donné que des résines vitreuses indistillables.

Dans les mêmes conditions, l'amino-2 cyclohexanol *trans* conduit à une oxazolone *trans* (III, R=H), F 100-102° ([3]) après chromatographie et sublimation, Rdt 10 % ; il semble que la forme intermédiaire dans cette réaction soit l'urée substituée (II, R=H), F 164-166° ([4]) que l'on obtient avec un bon rendement en faisant réagir le cyanate de potassium, en milieu méthanolique, sur le chlorhydrate de l'amino-alcool. L'urée substituée précédente chauffée avec ou sans urée [*cf.* ([1]), ([2])], conduit à (III, R=H), obtenu également par action du phosgène sur l'amino-2 cyclohexanol *trans*. L'hydrolyse de (II, R=H) et de (III, R=H), effectuée par l'acide chlorhydrique ou la soude régénère l'amino-alcool *trans*.

L'action du cyanate de potassium sur l'amino-2 cyclohexanol *cis* conduit à l'urée substituée *cis* (II, R=H), F 178-180° dont la pyrolyse engendre (III, R=H) *cis*, F 55-56° ([3]). L'hydrolyse de ces dérivés conduit toujours à l'amino-alcool *cis*.

Les N-méthylamino-2 cyclohexanols *cis* et *trans*, par action du cyanate de potassium sur leurs chlorhydrates, donnent naissance aux urées correspondantes, (II, R=CH_3) *cis*, F 94-96° et *trans*, F 159-160° qui, par pyrolyse mènent respectivement à (III, R=CH_3) *cis* liquide et *trans*, F 51-52°. Ce dernier a encore été obtenu par pyrolyse de l'amino-alcool *trans* avec l'urée ou encore par action du phosgène.

L'action du bromure de cyanogène sur le N-méthylamino-2 cyclohexanol *trans* ([2]) conduit à (V, R=CH_3), (chlorhydrate F 245-248°) qui, traité par du nitrite de sodium donne encore (III, R=CH_3) *trans*.

Le N-méthylamino-2 cyclohexanol *cis*, non encore décrit, est obtenu par la méthode de Johnson et Schubert ([5]), chlorhydrate F 191-192°, dérivé benzoylé F 140,5-142°,5.

([1]) *J. Amer. Chem. Soc.*, 73, 1951, p. 96; *J. Org. Chem.*, 15, 1950, p. 1131.
([2]) *J. Chem. Soc.*, 1952, p. 850.
([3]) Mousseron et Jacquier, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 238.
([4]) Mc Casland, *J. Amer. Chem. Soc.*, 73, 1921, p. 2297.
([5]) *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 2187.

L'hydrolyse des urées et des hexahydrobenzoxazolones *cis* et *trans* correspondant au N-méthylamino-2 cyclohexanol, se fait sans changement de configuration.

CNOK, BrCN, 225°, NO_2Na, CS_2

(I) (II) (III) (IV) (V)

Les amino-2 cyclohexanols *cis* et *trans*, traités par le sulfure de carbone, en milieu alcalin [6], donnent naissance à (IV, R=H) *cis* F 104-105° et *trans* F 129-130°.

L'aminométhyl-2 cyclohexanol *trans* sous forme de chlorhydrate donne par action du cyanate de potassium l'urée substituée qui par chauffage à 180-230° engendre (VI) F 180-181°. L'aminométhyl-2 cyclohexanol *cis* a été obtenu suivant la méthode de Johnson et Schubert [5], dérivé benzoylé F 115-116°, chlorhydrate F 172-174° (déc.).

L'aminométhyl-2 cyclohexanol *trans*, par action du sulfure de carbone en milieu alcalin, conduit au dérivé du type (IV), F 119-121°.

(VI) (VII)

L'action du bromacétate d'éthyle sur le dérivé sodé de l'amino-2 cyclohexanol *trans* conduit à (VII) F 174-175°.

L'action du brome en présence de CH_3ONa sur l'amide de l'acide cyclohexanol-2 carboxylique *trans* F 105° conduit à (III, R=H) *trans*.

---

[6] VISCONTINI et ADANK, *Helv. Chim. Act.*, 33, 1950, p. 2251.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les polyméthylène bis-carbamates de β-hydroxyéthyle et leurs dérivés.* Note (*) de MM. **Raymond Delaby**, **Pierre Chabrier** et **Henry Najer**, transmise par M. Marcel Delépine.

Poursuivant l'étude de β-hydroxyéthyluréthannes [1], [2] simples (I) ou doubles (II) résultant de l'action respective, soit de l'ammoniaque ou des amines primaires et secondaires, soit de l'hydrate d'hydrazine, sur le carbonate de glycol,

$$R_1R_2N-CO-O-CH_2-CH_2OH \quad \text{(I)} \qquad [-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH]_2 \quad \text{(II)}$$

nous avons effectué la même réaction à l'aide des polyméthylène diamines $H_2N-(CH_2)_n-NH_2$. n étant au moins égal à 2, puisque la méthylène diamine n'est pas encore connue.

En maintenant en contact à la température ordinaire, sans milieu intermédiaire, une molécule des diamines primaires en question et deux molécules de carbonate de glycol, il y a prise en masse après 48 h environ, ce qui marque le terme de la réaction toujours réalisée avec d'excellents rendements. Les polyméthylène bis-carbamates ainsi obtenus (III) peuvent être purifiés notamment par cristallisation dans l'alcool :

$$HOCH_2-CH_2-O-CO-NH-(CH_2)_n-NH-CO-O-CH_2-CH_2OH \quad \text{(III)}$$

Ces composés sont bien cristallisés; leur point de fusion est peu élevé (*voir* tableau ci-dessous); ils sont solubles à froid dans l'eau, dans les alcools méthylique, éthylique, propylique, et insolubles, même à chaud dans le benzène et l'éther de pétrole.

Ils possèdent les propriétés habituelles de l'hydroxyle : estérification par les chlorures ou les anhydrides d'acides, ce qui donne les diesters du type IV; transformation directe en dérivés dichlorés V sous l'action du chlorure de thionyle :

$$(CH_2)_n[NH-CO-O-CH_2-CH_2-O-CO-R]_2 \quad \text{(IV)} \qquad (CH_2)_n[NH-CO-O-CH_2-CH_2Cl]_2 \quad \text{(V)}$$

Les dérivés diodés VI correspondants sont obtenus par ébullition prolongée des dérivés dichlorés avec un large excès d'iodure de sodium dans l'acétone anhydre. Si l'on traite ces dérivés dihalogénés V ou VI (1 mol.), à froid, par

---

(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) R. Delaby, P. Chabrier, A. Sekera et P. Piganiol, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1241; *Bull. Soc. Chim. France*, 18, 1951, p. 392.

(2) R. Delaby, P. Chabrier et H. Najer, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2374.

l'éthylate de sodium (2 mol.), on isole les *bis*-oxazolidones de formule VII :

$$(CH_2)_n[NH-CO-O-CH_2-CH_2I]_2 \qquad \begin{matrix} CH_2-CH_2 \\ | \qquad\quad | \\ O\;-\!\!-\;CO \end{matrix} \!\!>\! N-(CH_2)_n-N \!<\!\! \begin{matrix} CH_2-CH_2 \\ | \qquad\quad | \\ CO\;-\!\!-\;O \end{matrix}$$

(VI) (VII)

Ces composés oxazoliques sont très solubles dans l'eau et dans les alcools méthylique ou éthylique, peu solubles à froid, mais solubles à chaud dans le benzène.

Sur les dérivés diiodés, nous avons fixé les éléments de la triméthylamine en solution acétonique anhydre, ce qui conduit aux bis-iodures d'ammonium quaternaires suivants :

$$I^-[(CH_3)_3\overset{+}{N}-CH_2-CH_2-O-CO-NH-(CH_2)_n-NH-CO-O-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3]I^-.$$

(VIII)

Ce sont des composés amorphes, se décomposant avant de fondre, solubles dans les alcools, insolubles dans l'acétone, le benzène, l'éther de pétrole, l'acétate d'éthyle. La purification se fait par dissolution dans le méthanol anhydre et précipitation par l'acétate d'éthyle. Leurs propriétés pharmacodynamiques sont à l'étude.

Sont indiqués ci-après les points de fusion de quelques dérivés mentionnés dans cette Note :

	Chaîne centrale.			
Dérivés obtenus.	$-(CH_2)_2$	$-CH(CH_3)-CH_2-$	$-(CH_2)_3$	$-(CH_2)_6$
Formule III..........	90	Non crist.	99	93,5
» V...........	136,5	94	118,5	112-112,5
» VI..........	181-183	141	159	150
» VII.........	107-108	92		

MÉTALLOGRAPHIE. — *Formation d'alliages en couches minces par évaporation dans le vide des constituants purs.* Note de M. **Pierre Michel**, transmise par M. Charles Mauguin.

Dans une Note précédente [1], nous avons montré, par diffraction électronique, qu'en évaporant sous vide simultanément de l'argent et du magnésium, il se formait sur un support en collodion une couche mince d'alliages Ag-Mg présentant les différentes phases de ce système binaire.

Poursuivant l'étude de la formation des alliages par cette méthode, j'ai obtenu les résultats suivants :

---

(1) S. Goldsztaub et P. Michel, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1843.

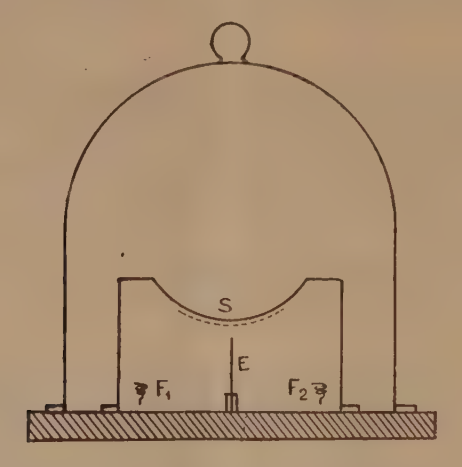
1. *Système* Ag-Sn. — Les couches minces obtenues par évaporation simultanée ont montré les phases suivantes :

α cube à faces centrées :	$a = 4,15$ Å ;		
ε' orthorhombique :	$a = 2,99$ Å,	$b = 5,15$ Å,	$c = 4,77$ Å ;
Sn quadratique :	$a = 5,82$ Å,		$c = 3,17$ Å.

Valeurs en bon accord avec celles de O. Nial, A. Almin et A. Westgren [2]. Il n'a pas été possible, cependant, de mettre en évidence la phase ε très voisine de la phase ε'.

2. *Système* Au-Cu. — L'évaporation simultanée conduit à une solution solide cube à faces centrées dont le paramètre varie de façon continue avec la composition.

Le dispositif employé comporte un support convexe placé au-dessus des



F_1, F_2 : filaments chauffants; E : écran évitant la contamination des filaments; S : support des grilles recouvertes de collodion.

deux filaments sources de vapeur métalliques; on obtient ainsi une variation continue de la composition dans une même préparation.

Des diagrammes de diffraction d'électrons obtenus le long de cette préparation ont donné les valeurs suivantes des paramètres :

$$a = 4,08 \text{ (Au)}; \quad 4,02; \quad 3,78 \text{ à } 3,61 \text{ (Cu)}.$$

Les alliages précédents ont été obtenus par évaporation simultanée. L'évaporation successive des deux constituants a montré que, dans le cas des systèmes Ag-Mg et Au-Cu, il n'y a pas formation d'alliage (on évite la contamination mutuelle des deux filaments par un écran convenable). Les clichés de diffraction électronique montrent la coexistence des deux diagrammes des constituants

(2) O. Nial, A. Almin et A. Westgren, *Zeit. Phys. Chem.*, 14, 1931, p. 81.

purs. Par contre, dans le cas du système Ag-Sn, on obtient toujours des alliages, résultat dû à la constante de diffusion de l'étain qui a une valeur élevée à la température ordinaire.

MINÉRALOGIE. — *Sur la transformation de la covellite, sous l'action du courant, dans un électrolyte unique.* Note de M. **Jean Prouvost**, transmise par M. Charles Mauguin.

Nous avons déjà signalé [1], qu'en plaçant entre deux électrolytes convenablement choisis, un minéral conducteur, celui-ci se transforme lors du passage du courant. De nouveaux minéraux se forment à ses dépens par suite de réactions chimiques dues aux ions provenant de l'anode.

Afin de déterminer la nature de ces phénomènes et de préciser leur mécanisme, nous avons recommencé les expériences précédentes en modifiant les conditions expérimentales; nous avons supprimé l'un des deux électrolytes et réalisé la chaîne simplifiée suivante : $^{-}Pt/Hg/SM/SO_4M/M^{+}$; dans ce schéma toute la partie située à gauche du fragment à étudier est constituée par des conducteurs purement métalliques, par conséquent ne présentant aucune conductivité électrolytique. Le rôle du mercure est d'assurer un contact parfait. Parmi les minéraux qui avaient donné des résultats favorables lors des premières expériences, la pyrite, la chalcopyrite et la bornite ne subissent aucune transformation visible dans ces nouvelles conditions. Après passage du courant, on constate seulement des dépôts électrolytiques épais de métal sur les fragments traités.

En prenant par contre la covellite, CuS, une partie importante du minéral se laisse transformer par action du cuivre, de l'argent ou du fer.

Action du cuivre. — La chaîne utilisée était la suivante : $^{-}Pt/Hg/CuS/SO_4Cu/Cu^{+}$. Les conditions expérimentales sont voisines de celles réalisées dans les expériences à deux électrolytes : tension d'environ 4 V; intensité de l'ordre de 200 mA et solution saturée. Le passage du courant était maintenu pendant quelques jours à la température normale. On constate ainsi qu'il y a une transformation très rapide en chalcocite; en ces quelques jours, environ 1/5 des échantillons traités est modifié comme on a pu le vérifier par comparaison des densités prises avant et après les expériences. Sur des sections polies traversant à la fois la zone transformée et les parties intactes, j'ai pu observer le front d'avancement du phénomène. Au microscope métallographique polarisant on voit en certains endroits une limite nette entre la covellite et la chalcocite, en d'autres au contraire, on assiste au passage graduel ou continu de l'une à l'autre. Parfois des digitations semblent souligner des zones de moindre résistance. La covellite se déco-

---

[1] *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 255; **229**, 1949, p. 519.

lore de plus en plus et perd en même temps sa forte anisotropie pour aboutir finalement à la chalcocite incolore et faiblement biréflectente. Les propriétés optiques en lumière naturelle comme en lumière polarisée, ainsi que les figures d'attaque, confirment la détermination de ce minéral. D'autre part, son étude aux rayons X, par la méthode des poudres, révèle bien la présence des raies caractéristiques de la chalcocite α de l'Arizona (U. S.) à 2,38; 1,94 et 1,86 Å.

Action du fer. — La solution de sulfate de cuivre a été remplacée par une solution de sulfate ferreux et l'électrode de cuivre par une électrode de fer. Toutes les autres conditions étaient semblables à celles des expériences précédentes. Au cours de l'essai, on constate que l'échantillon se détruit peu à peu; de petits fragments de chalcopyrite tombent au fond du récipient. L'examen microscopique des sections polies faites avec ces fragments montre que le contact est net entre la covellite inchangée et la chalcopyrite. C'est à partir de cette limite que se sont détachées les particules de chalcopyrite. Aux produits signalés s'ajoutent de l'hydroxyde de fer et du fer métallique formés secondairement dans la solution. Nous avons donc séparé la chalcopyrite de ce résidu, et le diagramme X de la poudre ainsi obtenue met bien en évidence les raies à 3,03; 1,86 et 1,59 Å, caractéristiques de ce minéral.

Action de l'argent. — En remplaçant la solution de sulfate de cuivre par une solution de sulfate d'argent, et l'électrode de cuivre par une électrode d'argent et en faisant passer le courant dans les mêmes conditions que précédemment et durant un temps comparable, on constate encore une notable transformation du minéral. Comme dans le cas de l'apport de cuivre, nous avons pu faire des sections polies au travers des échantillons et nous avons observé, au microscope métallographique polarisant, la marche du phénomène, qui s'était déroulé de la même manière. La covellite se décolorait d'abord et les plages finales de teinte blanc-gris et de pouvoir réflecteur moyen n'avaient qu'une action négligeable sur la lumière polarisée.

Le minéral formé possède des caractères microscopiques analogues à ceux de l'argentite. Ce diagnostic a été confirmé par une étude aux rayons X effectuée par de petits fragments prélevés dans ces plages et réduits en poudre. Les raies suivantes de l'argentite ont été relevées : 2,83; 2,59; 2,42; 2,40; 2,19 Å, etc.

Il résulte de ces expériences, ainsi que de celles indiquées dans nos précédentes Notes que les transformations dans lesquelles intervient l'électricité ne sont pas toutes de même espèce. Dans le cas présent, le rôle du courant n'est autre que de réaliser l'apport de métal et de faciliter la réduction, d'ailleurs assez marquée, de la covellite. Par enrichissement en cuivre de ce minéral, on obtient la chalcocite; les composés intermédiaires que

nous avons observés peuvent être assimilés à des sulfures salins et des solutions solides diverses de ces composés, dont certains ont pu être reproduits, mais, il semble qu'aucun ne puisse être identifié à la digénite. Nous n'avons, dans le diagramme X, observé aucune raie de ce minéral. Dans le cas de l'enrichissement en argent, le phénomène est en tous points analogue, mais le soufre libéré par la réduction, se combine à l'argent qui est constamment présent. Il y a perte de cuivre par retour en solution comme l'a montré l'analyse de celle-ci. Dans le cas du fer, le soufre se combine au fer mais en reprenant le cuivre pour donner la chalcopyrite, composé stable et bien défini. Il convient de noter, de plus, que dans les deux premiers cas la transformation n'apparaît pas d'une manière brutale mais semble s'installer par augmentation de concentration du nouveau produit qui se forme au fur et à mesure de la diffusion des ions.

PÉDOLOGIE. — *Observations sur la méthode densimétrique dans l'analyse granulométrique.* Note (*) de Mme **Suzanne Mériaux**, présentée par M. Albert Demolon.

Les techniques de granulométrie continue sont, en raison de leur complexité, inapplicables à l'analyse en série. Nous avons recherché dans quelle mesure la méthode densimétrique peut répondre à cette fin dans l'analyse mécanique des sols.

Le densimètre mesure la masse spécifique moyenne de la suspension correspondant au volume du flotteur. Cette colonne est formée de particules solides de grosseur et de forme différentes, mais aucune classe de ces particules n'est représentée dans sa totalité. Pour simplifier le problème de l'analyse mécanique qui est de déterminer le pourcentage pondéral des grains du système biphasé, on considère le plan de la suspension dans lequel la masse spécifique est exactement celle qui est donnée par le densimètre. En ce « plan de profondeur effective » sont représentées, avec leur concentration initiale, toutes les particules dont les vitesses de chute sont inférieures à h/t (h étant la profondeur du plan donné et t le temps de chute). P. R. Day (1) calcule ce plan pour un densimètre à flotteur cylindrique et suppose qu'il provoque par immersion d'un tel densimètre un allongement uniforme de la colonne de suspension dans la zone de mesure. Or, le mélange des couches de densités différentes occasionné par l'introduction d'un flotteur qui tend à enfoncer les couches supérieures de densité plus faible et à faire remonter les couches inférieures de densité plus élevée,

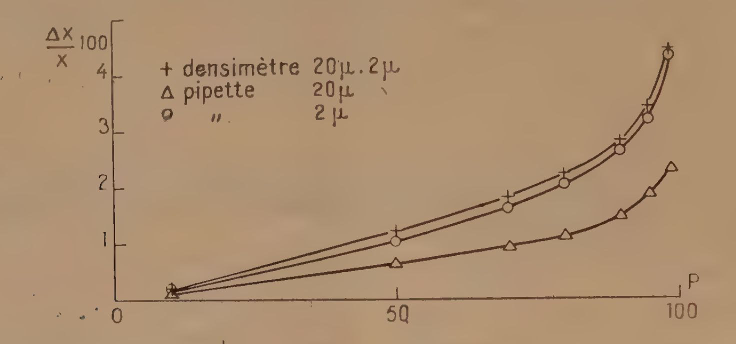
(*) Séance du 28 juillet 1952.

(1) *Soil Science*, 70, n° 5, 1950, p. 363.

modifie pratiquement la relation logarithmique théorique entre la densité et la profondeur.

Nous avons calculé la position du plan de profondeur effective dans le cas du densimètre réel dont la forme cylindro-bi-conique du flotteur a été étudiée en vue de réunir les meilleures conditions pour la sédimentation. Les équations qui permettent de situer ce plan ne sont satisfaites que dans le cas de l'immersion permanente, car l'élévation de niveau provoquée par l'immersion temporaire modifie la relation logarithmique densité-profondeur, en raison de la section non uniforme du densimètre.

Nous avons comparé les résultats obtenus, d'une part par immersion



permanente dans le cas d'un flotteur cylindro-bi-conique et d'un flotteur cylindrique de même section, de même volume et de même centre de volume que le précédent, d'autre part par immersion temporaire du même flotteur cylindrique. La technique d'immersion permanente donne les mêmes résultats, que l'on considère le cylindro-bi-cône réel ou le cylindre qui lui est équivalent. Les résultats obtenus par immersion temporaire sont toujours plus élevés que ceux donnés par l'immersion permanente. Les pourcentages d'erreurs dans les deux procédés par rapport à la méthode de la pipette sont notés dans le tableau ci-dessous (les chiffres des colonnes représentent le nombre de suspensions dont les résultats sont affectés de l'erreur correspondante. Nombre total de suspensions : 12).

		<3%.	3-5%.	5-6%.	6-8%.	8-10%.	>10%.
Immersion permanente.	20 μ...........	5	5	1	–	–	1
	2 μ...........	3	3	2	–	1	3
Immersion temporaire.	20 μ...........	6	1	–	1	2	3
	2 μ...........	2	3	–	1	1	5

On voit que la meilleure précision par rapport à la méthode de la pipette est donnée par la technique d'immersion permanente.

La probabilité d'erreur de la méthode densimétrique a été étudiée comparativement à celle de la méthode de la pipette par une série de mesures faites sur 30 suspensions identiquement préparées à partir d'un

même limon. Les comparaisons portent sur des particules de grosseur maxima égale à 20 et 2 μ. Les courbes ci-dessus traduisent la relation entre P et l'erreur relative (P = nombre de chances sur 100 pour que le résultat soit compris entre la valeur moyenne X et $X \pm ts$. — s = écart type et t d'après la table de Fischer). Elles montrent que l'erreur faite avec le densimètre est la même pour 20 et 2 μ et voisine de l'erreur faite avec la pipette pour 20 μ. Quant à la précision donnée par la méthode de la pipette pour 20 μ, elle est supérieure à celle de la méthode densimétrique. Néanmoins, l'erreur qui affecte cette dernière est toujours inférieure à 4,5 %.

En conclusion, la méthode densimétrique est comparable à la méthode de la pipette quant à sa précision et sa fidélité pour les parties fines. Elle est un peu moins précise pour les particules de 20 μ, mais l'erreur qu'elle comporte reste dans des limites acceptables.

GÉOLOGIE. — *L'évolution des éboulis littoraux de la Provence métamorphique (du Cap Sicié au Cap Nègre).* Note de M. **Jean-Joseph Blanc**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Les reliefs littoraux de la Provence métamorphique sont caractérisés par d'importants éboulis de piedmont résultant de l'altération des phyllades, micaschistes et gneiss. La mise en place de ces formations détritiques s'effectue après un transport relativement court aboutissant à un éboulis caillouteux. La matrice est un limon argileux. Ainsi, le matériel dû au lessivage se dépose en « nappes » sur les versants. Il nous a été possible de préciser l'existence de plusieurs nappes d'éboulis de piedmont d'âges différents :

1° La phase la plus ancienne de ce complexe ébouleux est antérieure à la transgression flandrienne. Cet éboulis recouvre les versants correspondant à une ancienne topographie et dont les témoins résiduels constituent encore les isthmes du Langoustier, à Porquerolles (J. Bourcart, 1951) et des Sablettes, à Saint-Mandrier. Partout, sur le littoral, ces éboulis correspondent à une topographie en rapport avec un niveau marin vers — 25 m. L'étude des côtes calcaires et gréseuses confirme ce point de vue.

2° Une deuxième phase correspond à l'érosion de ces éboulis par des lignes préférentielles de creusement déterminant des chenaux. *Ces chenaux d'érosion se prolongent sous la mer jusqu'à* — 25 m autour du piedmont du Cap Sicié et ravinent même la plage fossile de Sanary attribuée par E. Bonifay au Tyrrhénien II. Dans ces éboulis érodés, exploités à La Coudourière, près Sanary, H. Parent a trouvé une industrie lithique

qu'il attribue au Moustérien. L'érosion de ces piedmonts s'accompagnerait encore de la formation des basses terrasses de la Reppe, mais cette dernière manière de voir demande à être précisée.

3° L'érosion des piedmonts de Sicié, de Saint-Mandrier, de Giens, des Iles d'Hyères et des Maures est suivie d'un remblaiement correspondant au relèvement du plan d'eau de la transgression flandrienne. Ce relèvement s'est effectué jusqu'au zéro actuel, peut-être très légèrement au-dessus en certains endroits. L'on aboutit au contour actuel du littoral, aux modifications près dues à la présence des herbiers de Posidonies colmatant les canaux d'érosion, à leurs « lagunes » (étudiées par R. Molinier et J. Picard, 1951) [1], à la présence de marais sub-actuels et à l'érosion de la côte. Les isthmes des Sablettes et du Langoutier se dessinent ; la transgression correspond à une phase de remblaiement de tous les chenaux d'érosion entaillant l'éboulis ancien. Le fait est absolument général pour tout le littoral, jusqu'aux calanques et au Cap Couronne. Les sillons d'érosion sont colmatés par les limons flandriens dont le faciès reste particulièrement homogène sur plus de 250 km de côtes. Cette action de colmatage se continue bien après la transgression proprement dite, le faciès de ces limons post-flandriens étant à peu de choses près le même que celui des limons sous-jacents. Cependant, la distinction entre les deux limons se fait aisément, car j'ai observé à Giens un kjokkenmoëding à céramique Enéolithique et de l'âge du Bronze à leur limite. A Port-Cros (plage du Sud), il s'agit d'un kjokkenmoëding à *Nassa* tandis qu'à la Madrague de Giens, ces formations sont riches en *Trochocochlea*. Ces amas coquilliers contiennent des bandes et des foyers lenticulaires à débris charbonneux, *à la limite* des limons flandriens et post-flandriens. Au-dessus, dans les limons post-flandriens, se retrouve partout sur le littoral métamorphique, un niveau à céramique romaine et de la Tène. Ce niveau très caractéristique est visible à Giens, sur la côte de La Redonne, à la Tour Fondue (four antique à la plage du Pradeau), à Sanary (Vieille-Batterie), etc. Actuellement, la mer vient lécher la base du four romain de la Tour Fondue, mais il ne s'agit ici que de l'action particulièrement rapide de l'érosion marine dans les remplissages meubles du post-flandrien.

Nous n'avons aucun renseignement sur les éboulis antérieurs aux séries de la Coudourière. Il semble qu'un lessivage intense (correspondant à la régression chelléenne ?) ait enlevé la plupart des anciens témoins. D'autre part, les formations dures de silicoaluminates concrétionnés qui constituent de très bons repères sur les côtes calcaires et dolomitiques sont rigoureusement absentes sur les côtes métamorphiques.

---

(1) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1212.

GÉOLOGIE. — *Structure et stratigraphie du Nord du Fezzan (Libye).* Note de MM. **Jean-Michel Freulon** et **Jean Philippe Lefranc**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Le Nord du pays fezzanais comprend un important relief, le Jebel Fezzan, autour duquel viennent s'ordonner les plateaux gréseux des Gargafs à l'Est et à l'Ouest, la Hamada el Homra au Nord et le Jebel Soda au Nord-Est. La dépression du Chati, allongée d'Est en Ouest, se creuse au Sud de toute cette région.

Le Jebel Fezzan, dénommé Jebel Hasaouna par les indigènes, est l'ensemble montagneux qui s'étend de la latitude 26° 50′ à la latitude 27° 45′ suivant le 14° méridien. Ce massif était jusqu'à présent considéré comme une annexe du Crétacé supérieur de la Hamada el Homra recouvert par les épanchements basaltiques du Jebel Soda. Deux récents itinéraires (février et avril 1952) nous ont, au contraire, révélé un dôme de grès primaires disloqué par de grandes failles amenant au jour les granites du socle. Un cortège de filons éruptifs et quelques coulées ont accompagné la mise en place de cette structure.

Les granites apparaissent au cœur du dispositif par des boutonnières de dimensions réduites, alignées du Nord au Sud, depuis le début de l'Ouadi Aramas jusqu'au Jebel Guettar et à l'Ouadi Bedran supérieur. Il s'agit le plus souvent d'un granite à biotite et grands plagioclases donnant une structure porphyroïde; parfois d'un granite à muscovite et quartz. Ils sont traversés de nombreux filons de pegmatite à muscovite, tourmaline et grenat. La partie supérieure des granites, portant la couverture paléozoïque, est irrégulière, mamelonnée, et présente un faciès altéré avec des traces notables de rubéfaction. Il existe en outre dans le granite de Bedran plusieurs écailles de schistes métamorphiques.

C'est l'un des affleurements de cristallin les plus septentrionaux du Massif Central saharien.

La série gréseuse débute par un lit de galets de quartz enduits de limonite et noyés dans un grès fin fortement cimenté. Ensuite se succèdent, sur 300 m d'épaisseur environ, des grès plus ou moins grossiers, à stratification entrecroisée, avec quelques niveaux d'argiles grises feuilletées et des psammites souvent ferrugineux. Aucun élément ne permet de dater la base de ces grès qui pourrait, par son faciès, se rattacher cependant à l'Ordovicien de l'enceinte tassilienne. Par contre, l'appartenance des termes moyens et supérieurs de cette série aux grès dévoniens des Gargafs est évidente, et se confirme par la découverte de *Harlania* dans les niveaux supérieurs de la bordure méridionale du massif, en amont de l'Ouadi Zigza. Il est intéressant de constater la disparition du Gothlandien argileux à Graptolites connu plus à l'Ouest (Bir el Gasr).

La structure allongée du Jebel Fezzan est hachée par tout un réseau de failles de directions N-S et OSO-ENE. Au Sud, en bordure du Chati, une grande flexure fait disparaître les grès du Jebel sous la série carbonifère.

Granites et grès sont traversés de très nombreux pointements, dykes et sills, de roches dont certaines ont coulé sur les grès pénéplanés. Elles sont de types très divers puisque l'on y trouve à peu près tous les termes allant des phonolites et dolérites jusqu'aux micro-

gabbros et syénites néphéliniques (déterminations dues à P. Bordet). La plupart des échantillons contiennent plagioclases, néphéline et eudyalite. Cet ensemble, d'un grand intérêt par son caractère hypersodique, est à comparer aux séries pétrographiques du Sud marocain, de l'Adrar des Iforas et du Jebel Aouénat.

Il ne nous est pas encore possible de dater avec précision ces manifestations volcaniques. D'ailleurs, plusieurs épisodes éruptifs ont dû se succéder; les premières phases pourraient être d'âge hercynien, tandis que d'autres seraient sans doute contemporaines du volcanisme post-crétacé du Jebel Garian, situé en Tripolitaine à 400 km plus au Nord. Enfin, dans le Nord du Jebel Fezzan, les basaltes oligocènes de la bordure Sud-Ouest du Jebel Soda recouvrent les calcaires du Crétacé terminal de la Hamada et les premiers contreforts des grès primaires.

Nous ne ferions pas mention des ressources hydrogéologiques de cette région si le rôle tenu par le Jebel Fezzan avait été connu à sa vraie valeur. Mais on a ignoré la pluviosité relativement assez forte de ce massif, directement en rapport avec son altitude jusqu'ici insoupçonnée (certains sommets doivent dépasser 1 100 m), et capable de fournir un important apport aux eaux artésiennes du Chati. La découverte, en outre, de plusieurs suintements hydrothermaux sodiques au Guettar, en plein cœur du massif, est, pensons-nous, de nature à éclairer en partie la génèse du natron des lacs de la Ramla Daouda (Erg d'Oubari).

L'hypothèse énoncée par T. Lipparini en 1937 (1) se révèlerait donc comme la plus vraisemblable. Des eaux juvéniles chargées en carbonate de sodium ont donné des dépôts natronés (de tels gîtes primaires liés au thermalisme existent au Tibesti, signalés par Nachtigal en 1879 et par Dalloni en 1934); le ruissellement les a entraînés par la suite jusque dans l'Erg d'Oubari où ils constituent des gîtes secondaires. Ces eaux proviennent, à notre avis, non pas du Jebel Soda, mais bien du Jebel Fezzan, les sources du Guettar en sont le témoignage.

L'exploration du Jebel Fezzan, menée à l'écart des pistes fréquentées, donne une physionomie nouvelle à la géologie de cette région. Elle nous révèle un véritable *Tassili* tout à fait en marge du domaine tassilien.

Mentionnons un accident du même genre, mais de moindre envergure à 100 km plus à l'Ouest, entre Edri et Aouinet-Ouennine.

BOTANIQUE. — *Sur les « feuilles soudées en cornet » du* Linum usitatissimum *L.* Note de M. **Lucien Plantefol**, présentée par M. Roger Heim.

La formation d'un cornet foliaire est la conséquence non d'une soudure de feuilles préformées, mais d'un développement foliaire simultané de tout l'anneau initial.

Il m'a été donné d'étudier des échantillons de *Linum usitatissimum* L.

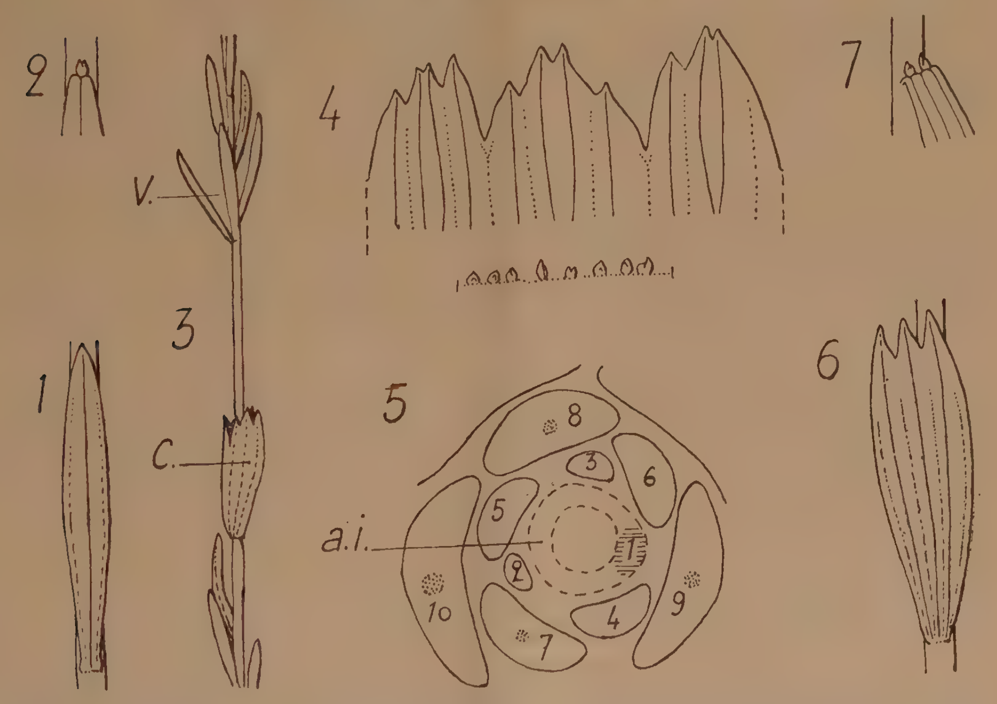
---

(1) *Atti III, Cong. Studi Colon.*, vol. V, p. 198-201, Firenze 1937.

provenant d'un champ qui ne fut pas traité par des herbicides, mais où furent portées par le vent les pulvérisations destinées à des blés voisins. L'agent chimique a été identifié par M. Gautheret, d'après les réactions du Lin, comme l'ester éthylique de l'acide 2.4 dichlorophénoxyacétique.

L'anomalie la plus fréquente est une sorte de cornet soudé à la tige par sa pointe inférieure, ouvert à son bord supérieur, découpé d'un certain nombre de dents. Cette formation n'a pas été décrite par les tératologistes classiques. Dès 1949, Bouillenne [1] signalait l'avoir obtenue plusieurs fois avec le 2.4 D, sans préciser sur quelles plantes.

La feuille normale du *L. usitatissimum* (*fig.* 1 et 2), sessile, linéaire,



Linum usitatissimum L. — 1. Feuille normale (× 2). — 2. Bourgeon axillaire d'une feuille normale. — 3. Tige montrant un cornet foliaire *c*, une partie sans feuilles, puis un pseudo-verticille de 3 feuilles, *v*. (×0,7). — 4. Bord denté du cornet foliaire (×3), et bourgeons situés à la base du cornet. — 5. Coupe transversale du bourgeon terminal au niveau du point végétatif; *a. i.*, anneau initial; 1. initium en formation dans l'anneau initial; 2 à 6, primordiums foliaires; 7 à 10, ébauches foliaires avec faisceau de procambium. Une hélice foliaire comporte les feuilles 10, 7, 4 et 1. — 6. Feuille modifiée isolément par l'action du 2.4 D. — 7. Bourgeons axillaires de cette feuille.

est terminée par une pointe et comporte une nervure médiane forte et deux faibles nervures latérales. La relation entre feuille normale et cornet foliaire est évidente. Le bord du cornet présente (*fig.* 4) un nombre de *pointes* voisin de 9, généralement réparties en trois groupes à peu près égaux par des indentations plus profondes. A chacune des pointes parvient une

(1) *Colloque Int. Morphogénèse*. In *Ann. Biol.*, 26, 1950, p. 461.

nervure forte; des nervures faibles sont intercalées. En face de presque toutes les nervures principales se trouvent des *bourgeons axillaires.* On pourrait donc imaginer qu'on est en présence de feuilles antérieurement apparues isolément, puis soudées, au nombre de 9 en moyenne, sous l'action de l'hormone. Le cornet comprendrait plus que l'ensemble des jeunes feuilles qui, à l'état de primordiums, entouraient le point végétatif (*fig.* 5, feuilles 2 à 6) au moment de l'action de l'hormone. Il faudrait toutefois qu'il y ait eu déplacement des bourgeons axillaires, maintenant alignés sur une circonférence.

Les plus légères actions réalisées par l'herbicide suggèrent une toute autre interprétation. On trouve sur certaines tiges des feuilles à 2 *pointes* et 3 *pointes* (*fig.* 6 et 7) présentant 2 ou 3 nervures fortes et 3 ou 4 nervures faibles intercalées. A l'aisselle de ces feuilles anormales, on peut avoir un bourgeon comme à l'aisselle d'une feuille normale, mais plus souvent 2 ou 3 bourgeons, le nombre de ceux-ci n'étant jamais supérieur à celui des nervures fortes. On pourrait penser à la *soudure* de 2 ou 3 feuilles, d'âge nécessairement différent, occupant des secteurs voisins auprès du point végétatif, par exemple feuilles 6, 1 et 4 sur la figure 5. Mais cette soudure imposerait une forte perturbation de l'*ordre phyllotaxique*; or la régularité phyllotaxique de la tige, qu'on l'interprète en spirale fondamentale avec K. Esaü [2], ou en hélices foliaires avec mon élève A. Carton [3], n'est pas altérée. Tout donne à croire que l'action sur *un seul primordium foliaire* ou sur *le secteur de l'anneau initial* qui commençait sa croissance foliaire (initium 1, *fig.* 5) a accru la largeur de la lame, a fait se développer plus d'une pointe et suscité, en relation avec ces faits, la formation de plusieurs bourgeons axillaires.

On pensera que le développement d'un cornet marque la réaction de *l'anneau initial* tout *entier* à la présence de l'hormone. Sans doute la croissance a-t-elle porté à la fois sur ce qui était à l'état d'initium dans l'anneau initial (une ou deux feuilles tout au plus) et sur le reste de l'anneau initial qui se trouvait soit dans la phase de repos, soit dans la phase de réparation après isolement d'un primordium foliaire.

Enfin, cette réaction annulaire est localisée dans le temps : l'anneau initial, épuisé en quelque sorte, ne reprend pas de suite son fonctionnement foliaire; du cornet, la tige émerge par une longue portion sans feuille.

Ainsi ce cornet foliaire n'est pas dû *à une soudure de feuilles préformées*, mais, *réaction globale de l'anneau initial*, normalement générateur de feuilles isolées, successives, occupant des secteurs étroits de cet anneau, il est seulement *équivalent* de feuilles qui se seraient soudées.

---

(2) *Amer. J. Bot.*, 29, 1942, p. 738-747.
(3) *Rev. Gén. Bot.*, 55, 1948, p. 137-168.

MORPHOLOGIE CAUSALE. — *Les départs de bourgeons axillaires sur la partie moyenne des pousses. Étude d'une plante herbacée :* Cicer arietinum *L. Comparaison avec les « rameaux anticipés » des végétaux ligneux.* Note de M. **Paul Champagnat**, présentée par M. Raoul Combes.

Abstraction faite de la présence de fleurs, les rameaux latéraux de la partie moyenne des tiges de *Cicer arietinum* L. sont parfaitement comparables à des « rameaux anticipés » de végétaux ligneux. Comme pour ces derniers, la levée d'inhibition ne peut être expliquée par des théories auxiniques classiques mais requiert la considération de vitesses de croissance élevées.

Dans la partie moyenne des pousses de *Cicer arietinum*, les bourgeons échappent à l'inhibition apicale et se développent en rameaux longs. Cette zone de levées d'inhibition, intercalée entre deux groupes d'axillaires dormants, rappelle beaucoup les « rameaux anticipés » des végétaux ligneux.

Sur ces derniers, j'ai montré récemment (1), (2) que :

1° Des comparaisons interspécifiques permettent de retrouver l'idée classique d'un lien entre une inhibition intense et une abondante production d'auxine. Par exemple, *Betula papyrifera* Marsh. qui normalement ne présente pas de rameaux anticipés est, toutes choses égales d'ailleurs, 4 à 8 fois plus riche en auxine (libre et diffusible) que *Betula verrucosa* Ehrh., sur lequel les levées d'inhibition sont très fréquentes.

2° L'étude détaillée du déterminisme des croissances anticipées sur une même plante prouve au contraire que *les rameaux sur lesquels l'inhibition est la moins forte sont ceux qui ont la croissance la plus rapide et non ceux dont la teneur en auxine est la plus faible*. Ces pousses très ramifiées sont en effet presque toujours les plus riches en substance de croissance.

Ces résultats prouvent que deux mécanismes interfèrent pour déterminer l'inhibition ou la non inhibition d'un bourgeon.

Le cas présent de *Cicer arietinum* est-il assimilable à celui des « anticipés » des ligneux ?

Je puis dès à présent affirmer que :

1° *L'apparition de ces levées d'inhibition est liée à une importante augmentation de la vitesse de croissance.* Corrélativement, les bourgeons dormants situés plus bas ont pris naissance pendant une période d'allongement relativement lent. Ainsi l'allongement qui a coïncidé avec l'apparition des premières ramifications a été de 42,4 cm $\pm$ 2,2 (3) pour une période de trois jours (4) (moyenne des mesures de croissance de 50 plantes).

---

(1) P. Champagnat, *Ann. Biol.*, 26, 1950, p. 763.

(2) P. Champagnat, Diversité des mécanismes de corrélation chez les végétaux. *Thèse Sc.*, Strasbourg, 1952 (non encore imprimée).

(3) Écart type sur la moyenne (erreur à craindre).

(4) Les mesures très précises ont été réalisées tous les 3 jours : pendant cet intervalle, les méristèmes apicaux engendrent une ou au maximum deux feuilles. Il m'a donc été possible de suivre à tout moment l'évolution de chaque axillaire.

Pendant les trois jours précédents, j'avais noté au contraire 27,6 cm ± 1,0 avec uniquement naissance d'axillaires inhibés. De plus, tout rameau faible n'ayant jamais atteint les vitesses nécessaires (12 à 15 mm par jour), ne produit jamais de rameaux anticipés.

Sur ce point, *le parallélisme avec les végétaux ligneux est donc excellent.*

2° De plus, les bourgeons qui vont évoluer en ramifications latérales sont reconnaissables déjà très près du sommet, à l'aisselle de feuilles encore très petites : par exemple sur 100 bourgeons mesurés à 5 mm du sommet et à l'aisselle de feuilles de 12 à 15 mm, j'ai obtenu en moyenne 6,6 mm ± 0,9 pour les futures levées d'inhibition et seulement 0,81 mm ± 0,1 pour les bourgeons dormants. A 15 mm du sommet les longueurs moyennes étaient respectivement de 13,2 mm ± 1,5 et de 0,9 mm ± 0,1. Le gonflement des axillaires, lorsque la vitesse de croissance est assez grande, débute donc dans le méristème apical lui-même, c'est-à-dire *dans la zone qui, chez les plantules de légumineuses au moins, est de beaucoup la plus riche en auxine* : j'ai pu le vérifier pour *Cicer*, comme Thimann et Skoog (5) pour *Vicia*, et Ferman (6) pour *Lupinus*. Ce fait est évidemment défavorable à l'idée d'un déterminisme auxinique de ces levées d'inhibition. Au contraire, *le comportement du pois-chiche est, sur ce point encore, identique à celui des végétaux ligneux* (2).

3° Il existe cependant une différence entre *Cicer arietinum* et les ligneux déjà étudiés : les rameaux herbacés de ces derniers restent végétatifs pendant toute leur croissance. Le pois-chiche, au contraire, espèce annuelle, fleurit avant d'achever son cycle de végétation. Les fleurs sont uniquement axillaires et leur formation interdit du même coup toute ramification car les bourgeons surnuméraires, axillaires des pédoncules floraux, ne se développent qu'en cas de pincement du sommet. Or, au moment de l'apparition des premières fleurs, la vitesse de croissance est au moins aussi grande que lors des levées d'inhibition. Elle ne se ralentit que peu avant l'arrêt définitif de toute activité apicale. Il faudrait donc réussir à éviter la mise à fleurs (si celà est physiologiquement possible) pour savoir si des levées d'inhibition remplaceraient des premières fleurs et des bourgeons dormants les dernières (7).

Nous pouvons donc, pour conclure, affirmer que les départs de bourgeons au milieu de la pousse de *Cicer arietinum* L. comme la « ramification

---

(5) *Proc. Roy. Soc.* London, B 114, 1934, p. 317.

(6) *Rec. trav. bot. Néerland.*, 35, 1938, p. 177.

(7) On pourrait songer à tenir les fleurs pour responsables des levées d'inhibition aux nœuds situés plus bas (fait d'observation banal sous les inflorescences terminales). Mais ici on constate que la floraison d'un rameau à croissance lente n'entraîne aucun départ de bourgeon.

anticipée » des végétaux ligneux, présentent les caractères suivants qui *exigent l'appel à des facteurs autres que les actions auxiniques* :

1° Origine précoce des levées d'inhibition au sein même des tissus les plus riches en auxine;

2° Solidarité avec des périodes de croissance très active, vraisemblablement liées à une abondante production d'hormone de croissance.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réduction plastidale et dédifférenciation au cours de l'hyperplasie du tissu palissadique de la feuille de Hêtre sous l'action cécidogène d'*Oligotrophus annulipes *Htg.* Note (*) de M. **Jean Meyer**, transmise par M. Louis Blaringhem.

Lors de la cécidogenèse de la galle d'*Oligotrophus annulipes*, l'hyperplasie du tissu palissadique s'accompagne d'une régression du plastidome qui peut revêtir deux aspects : 1° au niveau du bourrelet périphérique, inhibition de la division plastidale et partage des chloroplastes de la cellule mère entre les cellules filles; 2° dédifférenciation plastidale dans la région de l'épiderme endogène pilifère.

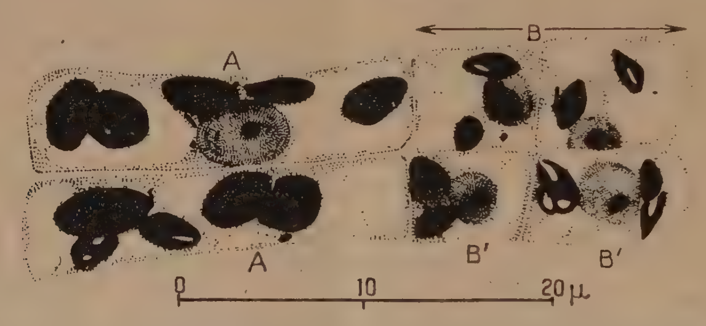
Après enveloppement de la larve d'*Oligotrophus annulipes* à la face inférieure de la feuille de Hêtre, on observe des phénomènes de croissance différentielle très curieux; leur résultat, décrit par Fockeu ([1]), est une hyperplasie mésophyllienne périphérique soulevant et décollant l'épiderme supérieur au-dessus du mésophylle qui surplombe la cavité larvaire. La lacune circulaire laissée entre ce mésophylle et l'épiderme est bientôt comblée par un épais feutrage de poils endogènes, issus de la prolifération du tissu palissadique. Je décrirai ici l'évolution cytologique du tissu palissadique qui, déjà très différencié au moment de l'attaque, jouera ensuite un rôle multiple soit dans le soulèvement de l'épiderme, soit dans la formation des poils endogènes.

1. *Tissu palissadique du bourrelet périphérique soulevant l'épiderme.* — Les cellules du tissu palissadique subissent des recloisonnements périclinaux créant des piles cellulaires dont les cellules basales sont généralement plus longues que celles produites vers le sommet. Les cellules basales présentent de gros chloroplastes, celles du sommet ont des chloroplastes plus petits, mais se sont enrichies en tanin et leur membrane devient soudanophile. Si l'on compte sur des coupes les chloroplastes dans les diverses couches cellulaires après la 2e ou la 3e division, on constate un appauvrissement net du nombre des chloroplastes dans les couches supérieures comme le montre la figure ci-dessous.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

([1]) *Recherches anatomiques sur les galles* (*Thèse, Sc. Nat.*, *Paris* 1896).

La première division en A et B des cellules palissadiques est normale. Elle conserve dans chacune des deux cellules filles le stock de chloroplastes de la cellule mère. La cellule supérieure B va se recloisonner à un rythme accéléré et si nous comptons les chloroplastes dans les cellules B′, B′ qui en dérivent, nous remarquons que leur somme correspond à peu près à celle des chloroplastes de la cellule sœur A. Ceci ne peut s'expliquer que par une inhibition de la division plastidale prémitotique et un partage plus ou moins inégal des chloroplastes de la cellule mère dans les cellules filles. Les divisions ultérieures sont généralement du type à répartition plastidale normale. Il arrive cependant exceptionnellement que le phénomène de répartition des plastes décrit précédemment soit décalé et ne se fasse qu'à la 3ᵉ division. Cet appauvrissement en plastes par inhibition de la division plastidale normale et répartition des éléments entre les



N. B. Dans ce dessin il a été fait abstraction des substances tanoïdiques précipitant par le bichromate dans les vacuoles. (Fix. : Regaud).

cellules filles mérite d'être signalé car, à ma connaissance, ce processus n'a pas encore été décrit en cytologie normale ou en pathologie.

2. *Tissu palissadique au niveau même de la cavité larvaire.* — Ici encore la première division périclinale de la cellule palissadique n'a rien de bien particulier. Ce n'est qu'après la redivision des deux cellules filles résultantes que l'on est frappé de l'état d'indifférenciation relative des couches supérieures par rapport aux couches profondes issues de la cellule basale. En particulier la régression du plastidome dans l'assise supérieure destinée à former l'épiderme endogène est très accentuée par rapport à l'état presque inaltéré de celui des couches profondes. Cette régression plastidale n'est cependant pas la conséquence d'une diminution du nombre des plastes par inhibition de leur division, comme nous l'avons vu précédemment. Au contraire, les chloroplastes sont répartis normalement entre les cellules filles, mais ils ont subi une dédifférenciation typique par réduction de leur taille, suivie de vésiculisation et de désintégration à tendance chondriomatique. Les cellules du futur épiderme endogène subiront d'ailleurs des recloisonnements anticlinaux donnant naissance à des cellules

étroites et papilleuses, riches en cytoplasme, à chondriome abondant et à noyau central pourvu d'un gros nucléole. Mais la dédifférenciation cellulaire n'est pas poussée à l'extrême, comme le montre la présence de tanin conservé dans les vacuoles. Ces cellules papilleuses vont s'allonger avec ou sans recloisonnements, en formant, dans ce dernier cas, des poils unicellulaires très riches en tanin, à très gros noyau et nucléole. Tout au cours de cette évolution, les cellules palissadiques normales, au contraire, s'enrichissent en chloroplastes dont le nombre peut doubler en même temps que leur taille. En tout cas donc, une inhibition de la multiplication et de la croissance plastidale précède et accompagne les phénomènes de régression du plastidome, quels que soient les processus par lesquels ils s'effectuent.

On arrive aux conclusions suivantes, qui illustrent bien la diversité des actions exercées par un cécidozoaire : dans les deux parenchymes étudiés il y a inhibition de la multiplication et de la croissance des plastes. Ensuite, dans le parenchyme périphérique, ce phénomène s'exalte et on observe des divisions cellulaires avec partage des plastes sans aucune multiplication de ceux-ci. Pendant ce temps le parenchyme de la région centrale montre au contraire une dédifférenciation des plastes par désintégration individuelle et retour à l'état chondriomatique sans anomalie de répartition numérique.

BIOPHYSIQUE. — *Influence des très hautes pressions sur l'évolution des solutions de gélatine en présence de trypsine.* Note de MM. **Gursaran Parshad Talwar, Jacques Basset** et **Michel Machebœuf**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Si des produits d'hydrolyse enzymatique partielle de gélatine sont soumis à des pressions élevées en présence de trypsine, on observe un accroissement de viscosité, mais il ne s'agit pas d'une synthèse de protéines, l'enzyme n'est d'ailleurs pas nécessaire.

Bressler (1), (2) a affirmé avoir obtenu la synthèse de protéines à partir de produits d'hydrolyse partielle de protéines en les soumettant à de hautes pressions en présence de trypsine.

En essayant de reproduire ces expériences, nous n'avions pas observé de diminution de l'azote aminé (3), (4), (5).

---

(1) Bressler et Glikina, *Biokhimia*, 12, 1947, p. 389 et *Ac. Sc. U. R. S. S.*, 55, 1947, p. 141.

(2) Bressler, Glikina, Konikov, Seleznova et Finogenov, *Izvest. Akad. Nauk, U.R.S.S., Ser. Fiz.*, 12, 1948, p. 695 et 13, 1949, p. 392.

(3) Machebœuf, Basset, Barbu, Le Saget et Nunez, *Bull. Soc. Chim. de France*, 18, 1951, p. 471.

En dosant l'azote aminé par deux méthodes ([6]), ([7]), nous avons confirmé et étendu nos résultats antérieurs et quelles que soient les conditions de pression, de salinité, de durée, nous n'avons jamais perçu une diminution de l'azote aminé pendant la compression d'hydrolysats de gélatine. Les expériences furent effectuées à pH 7,6 et à pH 9,2 avec des tampons divers (phosphates ou borates).

Les mesures de viscosité ont révélé des faits nouveaux :

1° Une solution de gélatine à 1 % de pH 9,2 en tampon borate 0,2 M est additionnée de trypsine. La viscosité du mélange baisse rapidement (température 25 et 37° C). En 1 h, la chute de viscosité dépasse déjà 80 % de la baisse finale; pendant le même temps, la proportion d'azote aminé libérée est infime (11 %). Ce fait est en faveur d'une théorie admettant que la première étape de l'action de la trypsine est une modification de la protéine autre que l'hydrolyse peptidique.

2° Si l'on soumet le mélange à la pression avant que l'hydrolyse soit trop avancée, on note une forte augmentation de la viscosité, qui est d'autant plus importante que l'hydrolyse préalable était moins avancée; mais il ne s'agit pas d'une synthèse protéique enzymatique, car on observe une semblable augmentation lorsqu'on comprime les produits d'hydrolyse partielle après avoir inactivé l'enzyme par chauffage. On doit penser que la pression produit une agrégation des particules protéiques sans que l'enzyme ait à intervenir. D'ailleurs les liaisons ainsi formées sont en partie insensibles à l'action de l'enzyme à la pression ordinaire. (Les liaisons produites par compressions se détruisent en partie spontanément à la pression ordinaire.)

Si l'on comprime pendant 6 h à 6 000 kg/cm^2 une solution de gélatine à 1 % (tampon borate pH 9,2) sans enzyme, on obtient un gel.

Figure 1. — *Courbe* 1 : hydrolyse de la protéine à la pression ordinaire à 25° C. *Courbe* 2 : à l'instant t_1, on comprime une partie du mélange à 3 000 kg/cm^2 pendant 1 h puis on mesure la viscosité après la sortie de presse. *Courbe* 3 : à l'instant t_2 on soumet le mélange à 6 000 kg/cm^2 pendant 1 h.

Figure 2. — De la gélatine subit l'action d'une forte quantité de trypsine pendant 7 m à 25° C, pH 9,2. On inactive alors l'enzyme en portant le mélange à 100° C pendant 2 m. On filtre à chaud puis la solution est conservée pendant 18 h à 25° C (stabilisation de la viscosité). On comprime alors à 6 000 kg/cm^2 (37° C, tampon borate, pH 9,2) pendant 30 m. La

---

([4]) Talwar, Barbu, Basset et Macheboeuf, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1951, p. 1793.

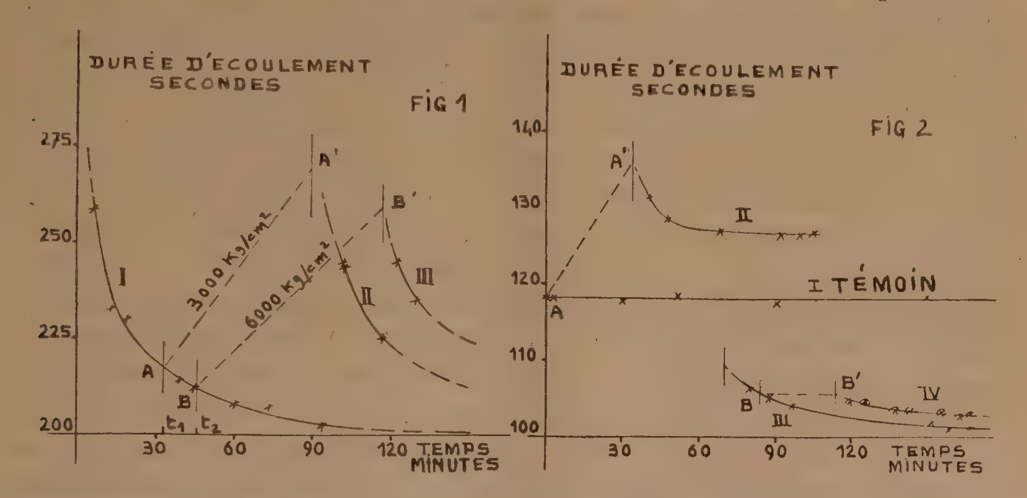
([5]) Barbu, Basseu et Macheboeuf, *C. R.* IIe *Congr. Intern. Biochimie*, Paris, 1952 (sous presse).

([6]) Lévy, *J. Biol. Chem.*, 105, 1934, p. 157.

([7]) Van Slyke, *J. Biol. Chem.*, 19, 1911, p. 185; 23, 1915, p. 407.

première mesure de viscosité est réalisée 9 m après la décompression (équilibre thermique). On voit que sans enzyme actif la pression a fait accroître tout aussi bien la viscosité (courbe II).

Si l'on ajoutait ensuite de l'enzyme actif dans le mélange, on verrait l'hydrolyse évoluer, mais la viscosité atteindrait une limite moins basse que pour le témoin non comprimé, comme si une partie des produits de



polymérisation formés pendant la compression résistait à l'action de l'enzyme (courbes III et IV).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la teneur comparée en arginine et en acide désoxyribonucléique des noyaux d'érythrocytes de quelques espèces de Poissons.* Note de M. **Roger Vendrely** et Mme **Colette Vendrely**, transmise par M. Robert Courrier.

Le rapport ADN/Arginine pour le noyau d'érythrocyte est le même chez plusieurs espèces de Poissons, malgré des variations considérables de la teneur en ADN.

Depuis les travaux de Miescher, Kossel et de nombreux autres auteurs sur les nucléoprotéines des noyaux, l'arginine a toujours été considérée comme un élément caractéristique de ces protéines spéciales. On a donc toutes raisons de penser qu'elle intervient comme un constituant essentiel de la chromatine des chromosomes. Serra [1] a d'ailleurs montré sa localisation sur les bandes caractéristiques des chromosomes géants et certains auteurs [2] pensent que la liaison de l'acide désoxyribonucléique à la protéine génique se ferait par

---

(1) *Cold Spring Harbor Symp. on Quant. Biol.*, 12, 1947, p. 192.

(2) *Voir* par exemple K. G. Stern. Conférence à la Société de Chimie Biologique, Paris, 8 juillet 1952. *Bull. Soc. Chim. Biol.* (sous presse).

l'intermédiaire de cet acide aminé. S'il est donc vrai que l'arginine représente en quelque sorte une « articulation » entre la partie nucléique et la partie protéique des gènes, sa teneur par noyau (à supposer qu'il n'existe pas d'arginine nucléaire en dehors du matériel génique) devrait se comporter comme la teneur par noyau en acide désoxyribonucléique, sur laquelle nous possédons actuellement des indications précises. En ce qui concerne les Poissons, notamment, nous avons pu montrer dans une note précédente ([3]) que la teneur en acide désoxyribonucléique (ADN) des noyaux somatiques d'un certain nombre de poissons se situait autour de $1.8 \times 10^{-6}\gamma$; seules jusqu'alors la Carpe et la Truite avaient des valeurs nettement supérieures, à savoir, respectivement, 3.2 et $4.9 \times 10^{-6}\gamma$. Nous avons depuis étudié le Barbeau, dont la teneur par noyau en ADN est tout à fait comparable à celle de la Carpe.

Il nous a paru intéressant d'effectuer le dosage de l'arginine sur les noyaux d'érythrocytes ([4]) d'un certain nombre d'espèces de Poissons et de comparer le contenu en arginine d'un noyau d'érythrocyte avec son contenu en ADN.

Matériel et méthode. — Notre étude a porté sur 6 espèces de Poissons : la Tanche, le Brochet, le Gardon dont la teneur en ADN par noyau représente la valeur le plus couramment trouvée chez de nombreux Poissons, la Truite, la Carpe et le Barbeau chez qui cette teneur est nettement plus élevée. L'isolement des noyaux d'érythrocytes a été réalisé par les méthodes précédemment décrites ([5]). Le dosage de l'arginine a été effectué par la technique colorimétrique de C. Dumazert et R. Poggi ([6]).

Nous avons étudié également, à titre comparatif, le noyau d'érythrocyte d'un Oiseau : le Coq et le noyau de thymus d'un Mammifère : le Veau.

Résultats :

Tableau indiquant les teneurs individuelles (exprimées en $10^{-6}\gamma$) *en arginine et en acide désoxyribonucléique des noyaux d'érythrocytes de quelques espèces de Poissons.*

Espèce.	ADN.	Arginine.	$\frac{\text{ADN}}{\text{Arginine}}$
Truite (*Salmo irideus* Gibb.)	4,9	0,96	5,1
Carpe (*Cyprinus carpio* L.)	3,2	0,60	5,3
Barbeau (*Barbus barbus* L.)	3,4	0,64	5,3
Tanche (*Tinca tinca* L.)	1,7	0,34	5,0
Brochet (*Esox lucius* L.)	1,7	0,34	5,0
Gardon (*Gardonus rutilus* L.)	1,9	0,36	5,3

([3]) R. Vendrely et C. Vendrely, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 670.

([4]) Dans les noyaux d'érythrocytes, la densité de la chromatine est telle que l'on est autorisé à penser que les résultats obtenus sur les noyaux totaux seraient extrêmement proches de ceux que l'on obtiendrait sur la chromatine elle-même : la quantité d'arginine qui pourrait éventuellement se trouver dans le suc nucléaire serait négligeable.

([5]) R. Vendrely et C. Vendrely, *Experientia*, 4, 1948, p. 434.

([6]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 21, 1939, p. 1381.

A titre comparatif.	ADN.	Arginine.	ADN / Arginine
Coq (*Érythrocyte*)	2,2	0,45	4,9
Veau (*Noyau de thymus*)	6,4	1,49 (7)	4,3

Les résultats rapportés dans le tableau ci-dessus montrent que pour les érythrocytes étudiés *la teneur en arginine reste remarquablement proportionnelle à la teneur en acide désoxyribonucléique*, c'est-à-dire qu'elle est nettement plus élevée dans le cas de la Carpe, du Barbeau et de la Truite, *le rapport ADN/Arginine étant le même chez tous ces Poissons, malgré les variations considérables de l'acide désoxyribonucléique* (du simple au double et au triple).

Les résultats obtenus chez le Coq et chez le Veau montrent un rapport du même ordre de grandeur.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les anticatalyseurs de l'oxydation de l'acide L-ascorbique. Un nouveau complexe cuivreux de la thiamine.* Note (*) de M. **Étienne Géro**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

L'action inhibitrice de l'aneurine sur l'oxydation de l'acide *L*-ascorbique catalysée par l'ion Cu^{++}, n'intervient qu'une fois l'oxydation amorcée. Elle est due à la formation d'un complexe cuivreux (et non cuivrique) peu soluble, empêchant la réoxydation de l'ion Cu^{+} monovalent en ion Cu^{++} bivalent.

L'acide *L*-ascorbique s'oxyde rapidement à l'air en présence d'ions Cu^{++} (1). Le glutathion, l'adrénaline, l'aneurine, l'acide paraminobenzoïque, la riboflavine à l'obscurité, pour ne citer que ceux-là, ralentissent dans une mesure plus ou moins importante cette oxydation. On admet en général que les inhibiteurs agissent en formant avec l'ion Cu^{++} des complexes peu ionisés.

En vue d'étudier le mécanisme de ce phénomène, nous nous sommes adressé à l'aneurine (2) qui, de tous les anticatalyseurs expérimentés par nous, s'est révélé le plus énergique.

Nos expériences ont été effectuées sur des solutions d'acide *L*-ascorbique $0,5 \times 10^{-3} m$ à pH 7 en présence de phosphates et contenant une quantité équimoléculaire de chlorhydrate de chlorure d'aneurine. Ces solutions, soumises à un barbotage d'air, recevaient à un instant déterminé, $1,18 \times 10^{-6} m$

(7) Nous n'accordons pour l'instant à ce résultat qu'une valeur approximative : le noyau de thymus a une chromatine moins dense que le noyau d'érythrocyte et il n'est pas impossible que de l'arginine, qui serait contenue dans le suc nucléaire, introduise une certaine erreur par excès.

(*) Séance du 28 juillet 1952.

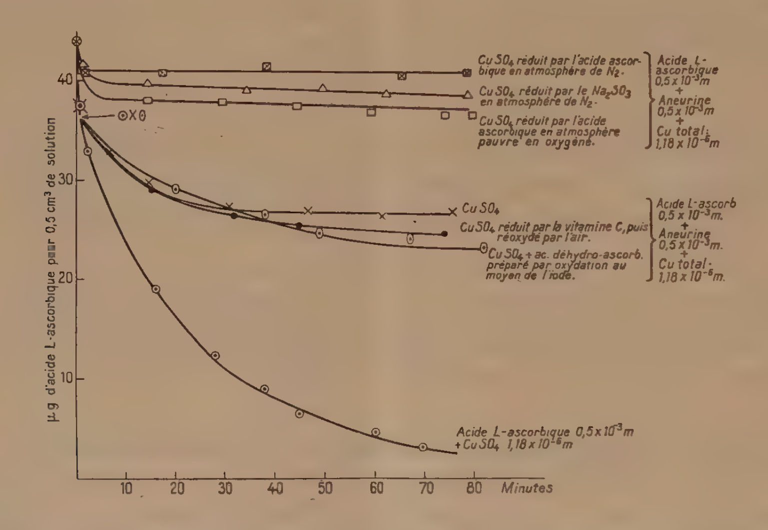
(1) E. S. Barron, R. H. De Meïo et F. Klemperer, *J. Biol. Chem.*, 112, 1936, p. 625.

(2) J. L. Parrot et H. Cotereau, *Arch. Internat. Physiol.*, 54, 1946, fasc. 2, p. 197.

de $CuSO_4$. A des instants ultérieurs, le titre en acide ascorbique de la solution a été déterminé au moyen du 2.6-dichlorophénolindophénol, la température étant maintenue constante à 20° C. Le graphique ci-dessous reproduit les résultats de ces expériences.

Il en résulte que, dans les conditions décrites, l'oxydation en présence d'aneurine subit un arrêt pratiquement complet, alors que 40 % à peine de l'acide ascorbique initial avait disparu de la solution. Avec une concentration identique en ion Cu^{++}, mais en l'absence d'aneurine, l'oxydation est pratiquement terminée dans le même laps de temps.

Les résultats ne subissent aucune modification sensible si l'aneurine est



traitée préalablement pendant une durée de 1 h, soit par l'acide ascorbique, soit par les ions Cu^{++} dans les quantités correspondantes aux concentrations finales indiquées. Ces faits excluent l'hypothèse de la formation d'un complexe acide ascorbique-aneurine ou d'un complexe ion Cu^{++}-aneurine.

Un autre fait remarquable est que la vitesse initiale de l'oxydation est sensiblement la même, que l'ion Cu^{++} soit présent seul ou en association avec l'aneurine (*voir* titrages faits aux premières minutes de l'oxydation). Ainsi, le ralentissement du phénomène, c'est-à-dire l'anticatalyse, n'intervient qu'à un moment ultérieur, alors qu'une fraction de l'acide ascorbique avait déjà subi l'oxydation cuivrique. La question se posait donc de savoir si un ou plusieurs des produits de l'oxydation ne participaient pas à la réaction qui devait aboutir au ralentissement de la catalyse

Le comportement qualitatif des corps en présence paraissait confirmer cette idée. L'orsqu'on mélange des solutions équimoléculaires d'aneurine et de $CuSO_4$ d'une concentration de $0,5\, m \times 10^{-4}$, il ne se produit aucun changement sensible de couleur. Si l'on ajoute à ce mélange une solution d'acide ascorbique à la même concentration moléculaire, on voit le liquide virer instantanément

au jaune vert (réduction de l'ion Cu^{++} par l'acide ascorbique), puis déposer un précipité amorphe blanc jaunâtre. Le même précipité est obtenu en l'absence d'acide ascorbique si l'on mélange une solution d'aneurine avec une liqueur cuivreuse préparée selon Treadwell et Boll ou en réduisant le sulfate cuivrique par le sulfite de soude à pH 7.

Le précipité se dissout dans l'HCl normal. En concordance avec ce fait, nous avons vérifié que l'action anticatalytique diminue avec le pH. La solution chlorhydrique donne les réactions de l'ion cuivreux et non celle de l'ion cuivrique (Pascal). Elle ne forme pas la phénylhydrazone de l'acide déhydroascorbique. Elle donne par contre, après élimination du cuivre, la réaction du thiochrome avec une intensité remarquable.

Le corps insoluble se comporte donc comme un complexe cuivreux de l'aneurine.

Ainsi l'arrêt de l'oxydation apparaît comme la conséquence d'un blocage par l'aneurine, non pas de l'ion cuivrique initialement présent, mais de l'ion cuivreux formé dans la première phase de l'oxydation.

Les essais cinétiques suivants (*voir* figure) confirment nettement cette hypothèse : 1° L'action inhibitrice de l'aneurine est augmentée de 50 % environ, si l'on emploie une solution cuivrique réduite par l'acide asborbique en milieu pauvre en oxygène (absence de barbotage). Un barbotage d'air à travers la solution fait disparaître cet effet. Il n'est donc pas dû à la présence de l'acide déhydroascorbique formé (*voir* l'inactivité de ce dernier obtenu par oxydation à l'iode), mais à l'enrichissement du milieu en ions Cu^{+}.

2° Une exaltation encore plus intense du pouvoir inhibiteur de l'aneurine a lieu si la réduction préalable de l'ion Cu^{++} par l'acide *L*-ascorbique est effectuée en atmosphère d'azote.

3° Le résultat est analogue si l'agent de la réduction de l'ion cuivrique est le sulfite de soude en atmosphère d'azote.

La structure et la formule exactes du complexe cuivreux de la thiamine sont actuellement à l'étude. Nous proposons pour ce nouveau composé le nom de cuprothiamine.

PROTISTOLOGIE. — *Le cycle autogamique de* Tetrahymena rostrata. Note (*) de M. **John O. Corliss**, présentée par M. Maurice Caullery.

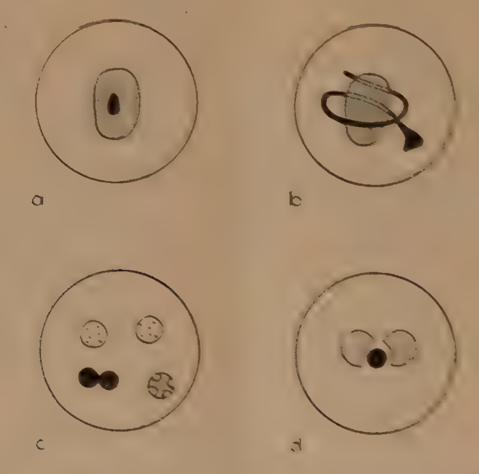
Au cours d'une étude sur la morphologie comparée des Ciliés Holotriches hyménostomes du groupe *Colpidium-Glaucoma-Leucophrys-Tetrahymena*, un processus de réorganisation nucléaire, survenant de façon régulière durant l'enkystement, a été découvert chez une espèce que l'on peut

(*) Séance du 7 juillet 1952.

identifier au *Tetrahymena* (*Paraglaucoma*) *rostrata* (Kahl, 1926) nov. comb. C'est là, apparemment, le premier cas d'autogamie observé chez les Ciliés hyménostomes et la première constatation évidente de l'apparition d'un tel processus au cours de l'enkystement chez les Ciliés en général [1].

T. rostrata est un histophage facultatif; cultivé en présence d'intestin de larves de Chironomides, le Cilié ingère, à l'état de trophonte-tomonte mesurant environ 80 sur 50 μ, une grande quantité de nourriture; puis il se divise soit à l'état actif, soit sous un kyste temporaire, en deux ou quatre tomites qui se nourrissent bientôt à leur tour; le cycle de multiplication végétative se répète ainsi un grand nombre de fois.

Si la nourriture vient à manquer, l'Infusoire s'immobilise sous un kyste



a, appareil nucléaire dans le kyste normal au repos; *b*, allongement du micronucléus au début de la prophase de première méiose prégamique; *c*, les deux ébauches macronucléaires et les deux micronucléi adjacents après la seconde division postzygotique; *d*, stade de longue durée avec les deux ébauches macronucléaires coiffant le micronucléus.

de repos ou de protection parfaitement sphérique, de 24 μ de diamètre environ; à cet état, il peut survivre trois mois au moins, et subir sans dommage un certain degré de dessiccation. En présence de nourriture fraîche, l'excystement se produit après 2 h environ, libérant un théronte translucide qui nage vigoureusement vers le tissu dont il va se nourrir et le cycle de multiplication recommence. La conjugaison n'a jamais été observée. L'appareil nucléaire est toujours constitué par un macronucléus assez large, de contour approximativement rectangulaire et un seul micronucléus ovoïde (*fig. a*).

---

(1) La réorganisation nucléaire décrite par Fermor (1913) dans les kystes de *Stylonychia pustulata* n'a pas été confirmée par les recherches d'Ilowaisky (1926); et d'autres observations analogues relatives à d'autres Ciliés restent incomplètes et incertaines.

L'étude des kystes de protection colorés par la technique de Feulgen montre, 40 à 60 h après leur formation, le début du processus autogamique; celui-ci apparaît chez tous les individus enkystés; il est pratiquement simultané chez tous les individus d'une même population. La première indication est donnée par la remarquable transformation du micronucléus qui s'allonge en un filament épais à une extrémité, atténué à l'autre, décrivant autour du macronucléus 1,5 t de spire, long de près de 40 μ, et comparable au « stade en croissant » caractéristique de la première division méiotique chez *Paramecium* (*fig. b*). Une prophase typique apparaît ensuite avec des granules chromatiques (chromosomes ou agrégats chromosomiques) dont le nombre exact est difficile à déterminer.

A la télophase de cette première division prégamique succède rapidement la prophase de la seconde, montrant des granules chromatiques plus fins. Quatre micronucléi sont ainsi formés; un d'entre eux se divise immédiatement pour donner les deux « pronucléi », faiblement colorables, tandis que les trois autres, d'aspect sombre, commencent à dégénérer. La formation du syncaryon semble suivre rapidement.

C'est vers le moment où commence la première mitose postzygotique que le macronucléus montre les premiers signes d'altération; il se vacuolise et diminue de taille en devenant plus nettement sphérique. La deuxième mitose postzygotique suit rapidement la première, tandis que les trois micronucléi résiduels disparaissent. Parmi les quatre nouveaux micronucléi, deux commencent à s'accroître pour former les ébauches macronucléaires caractérisées par une teinte grisâtre et la présence de petits amas granuleux plus fortement colorés. Les deux autres, fortement colorés, se rapprochent comme s'ils devaient fusionner (*fig. c*), puis l'un d'eux pâlit, diminue, et se résorbe dans le cytoplasma.

L'ensemble de ces transformations nucléaires s'accomplit en une trentaine d'heures et l'état final, apparemment de longue durée, est caractérisé par deux ébauches macronucléaires, de plus en plus granuleuses et colorables, entre lesquelles se trouve situé le micronucléus (*fig. d*). L'excystement peut être provoqué dès ce stade; mais, si le kyste reste au repos plus longtemps, on observe ultérieurement la fusion des deux ébauches en un seul macronucléus.

L'apparition régulière, chez *Tetrahymena rostrata* enkysté, d'une reconstitution nucléaire que l'on doit considérer comme un processus autogamique, confère à cette espèce un intérêt biologique évident. Différents problèmes touchant la signification physiologique de l'autogamie, celle des curieuses transformations du micronucléus à la prophase de la première méiose prégamique, la formation des pronucléi puis du syncaryon, le comportement des deux nouveaux micronucléi précédent la disparition de l'un d'eux, la fusion des deux ébauches macronucléaires, etc., ne peuvent

être discutés ici et demandent encore de nouvelles recherches, rendues possibles par la maniabilité de cet Infusoire, qu'il est facile de cultiver et d'entretenir au laboratoire.

PROTISTOLOGIE. — *Symbiontes bactériens des ciliés du genre* Euplotes. Note (*) de M. **Emmanuel Fauré-Frémiet**, présentée par M. Maurice Caullery.

Quelques espèces de Ciliés commensaux ou parasites montrent de manière constante la présence, dans leur cytoplasma, de corps bactérioïdes considérés comme des symbiontes; citons *Ellobiophrya donacis* (Chatton et Lwoff, 1929), *Ptychostomum bacteriophilum* (Miashita, 1933), *P. Chattoni* (Studitsky, 1932) [1]. Parmi les formes libres, deux espèces au moins du genre *Euplotes*, étudiées avec la collaboration de A. Strange, apportent un nouvel et typique exemple d'une telle association.

Chez *E. patella* et *E. eurystomus* la réaction nucléale de Feulgen colore en rouge violet, dans le cytoplasma, de fins granules alignés en chaînettes flexueuses. Après une hydrolyse acide qui annule la basophilie cytoplasmique, ces granules sont électivement colorés par le bleu Borrel et par le Giemsa qui met en évidence l'ensemble des filaments.

L'aspect de ces corps est nettement bactérien; ils ne prennent pas la coloration de Gram, et ne sont pas acido-résistants; observés en contraste de phase chez l'Infusoire vivant, ils se distinguent difficilement entre les mitochondries et divers granules réfringents; mais, après diffluence du cytoplasme dans l'eau environnante, ils apparaissent comme des filaments flexueux, presque homogènes, longs de 5 à 12 μ, larges de près de 0,5 μ; à côté du mouvement brownien qui les agite, ils ne manifestent aucune mobilité propre.

La présence de ces corps bactérioïdes est absolument constante chez tous les individus examinés, provenant de 12 souches différentes des *E. eurystomus* et *patella* récoltées aux environs de Paris, puis entretenues en culture mixte au laboratoire. Ils apparaissent assez régulièrement dispersés dans le cytoplasma entre les chondriosomes; ils sont indépendants des inclusions digestives, qui renferment, dans nos cultures, des Flagellés et des Bactéries très différentes; aucune confusion n'est possible avec les mitochondries, bien colorables par les techniques de Altmann et de Vol-

---

(*) Séance du 7 juillet 1952.

[1] L'association spécifique de Cilié et de Bactéries épizoïques, comme chez quelques *Parablepharisma* et chez *Centrophorella* est plus fréquente; consulter le chapitre *Organisms living on and in Protozoa*, rédigé par M. H. Kirby dans *Protozoa in Biological research*, publié par N. G. Calkins et F. M. Summers, *Columbia Univ. Press*, 1941 et Fauré-Frémiet, *Bul. Soc. Zool. Fr.*, 75, 1950, p. 134.

konski, sous forme de granules ou de bâtonnets dont le diamètre est voisin de 1 μ [2].

L'action de divers antibiotiques : pénicilline, auréomycine, streptomycine, chloromycétine, sulfamides a été examinée; dans les conditions de nos expériences, la pénicilline seule s'est montrée active. Chez les *Euplotes* traités quelques heures avec cet antibiotique, les corps bactérioïdes disparaissent totalement dans les 3 à 4 jours suivants. Pendant ce temps, les Infusoires se divisent encore une fois, plus rarement deux, puis leur multiplication s'arrête et la mort survient par cytolyse, 10 à 12 jours après le traitement. Il n'a donc pas été possible de conserver une lignée dépourvue de bactéries cytoplasmiques.

L'effet de la pénicilline sur les *Euplotes* ne se manifeste que pour des concentrations supérieures à 50 unités Oxford par centimètre cube; la concentration ordinairement utilisée de 600 unités par centimètre cube donne un résultat certain, à condition semble-t-il, que le liquide pénètre dans le corps de l'Infusoire à la faveur de l'ingestion des proies. On doit remarquer que les Ciliés, en général, sont insensibles à des doses de pénicilline 20 à 30 fois supérieures; l'action létale exercée par cet antibiotique sur les *Euplotes* pourrait donc être attribuée à la disparition des corps bactériens intracytoplasmiques; si cette hypothèse était vérifiée, ceux-ci devraient être considérés comme des symbiontes indispensables à la vie des deux espèces de Ciliés examinés.

A 15 h 40 m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Sur la proposition de M. Ramon, l'Académie adopte le vœu suivant qui sera adressé à M. le Président du Conseil des Ministres et à M. le Ministre de l'Agriculture :

« L'Académie des sciences, en présence de l'émotion soulevée en France, spécialement parmi les populations agricoles, par l'épizootie aphteuse qui ravage le cheptel national et qui risque de compromettre l'économie rurale du pays et l'effort de redressement actuellement entrepris,

émet le vœu :

— que tout soit mis en œuvre pour conjurer le fléau et pour en éviter le retour dans l'avenir,

---

(2) Chatton et Seguela (1940) les ont certainement observés chez un *E. patella* de Banyuls, mais ils les décrivent rapidement comme « mitochondries bacilliformes » situés entre les « corpuscules dentoplasmiques » qui correspondent, en fait, aux mitochondries.

— que notamment, les règlements de police sanitaire et autres mesures qui reposent sur des bases scientifiques certaines et qui ont fait leurs preuves, soient appliqués judicieusement et sans défaillance aucune, afin d'assurer la protection du bétail contre l'épizootie aphteuse et de limiter ainsi l'extension de celle-ci.

L'Académie des sciences émet, en outre, le vœu :

— que la recherche vétérinaire et principalement celle qui a pour objet la lutte contre la fièvre aphteuse et contre les maladies infectieuses et épidémiques des animaux en général, soit enfin organisée et dotée de moyens suffisants pour mener à bien sa mission dans l'intérêt du pays.

L'Académie des sciences,

considérant, d'autre part, qu'il est possible de limiter les pertes dues aux diverses calamités agricoles par une meilleure organisation technique s'appuyant sur les données scientifiquement acquises et prête à intervenir en temps opportun, estime indispensable un effort dans ce sens.

Une Commission de l'Académie composée de MM. **Leclainche**, **Lapicque**, **Javillier**, **Ramon**, **Demolon**, **Mayer** et **Lemoigne** se tient dès maintenant à la disposition des Pouvoirs publics pour étudier toutes questions que ceux-ci voudront bien lui soumettre à ces différents égards. »

La séance est levée à 15 h 55 m.

L. B.